

(e)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-124667

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl. G06T 7/00

(21)Application number : 09-210653

(71)Applicant : YAMATAKE HONEYWELL CO
LTD

(22)Date of filing : 05.08.1997

(72)Inventor : NAKAJIMA HIROSHI
KOBAYASHI KOJI

(30)Priority

Priority number : 08223607

Priority date : 26.08.1996

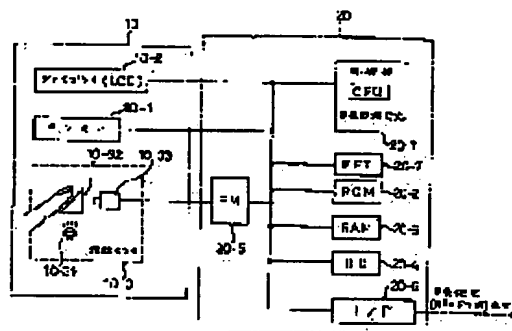
Priority country : JP

(54) PATTERN COLLATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to discriminate whether a collating pattern is identical with a registered pattern or not even when a rotational deviation exists between the registered pattern and the collating pattern by substantially fixing a collating fingerprint and executing collation between the registered fingerprint and the collating fingerprint while rotating the registered fingerprint.

SOLUTION: A user inputs an ID number allocated to the user himself by the use of ten keys 10-1 and puts a finger on the prism 10-32 of a fingerprint sensor 10-3. The pattern of the sampled fingerprint (fingerprint to be collated) is applied to a control part 20 as a gray scale image. The collating fingerprint is substantially fixed, and while rotating a registered fingerprint in each degree from -90° in the positive direction, collation between the registered fingerprint and the collating fingerprint is executed. When both the fingerprints coincide with each other before $+90^\circ$, the collation of both the fingerprints is ended. When both the fingerprints do not coincide even at the $+90^\circ$, the effects are displayed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-124667

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int. Cl. ⁶
G06T 7/00

識別記号

F I
G06F 15/62

460

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全35頁)

(21) 出願番号 特願平9-210653

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月5日

(31) 優先権主張番号 特願平8-223607

(32) 優先日 平8(1996) 8月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006666

山武ハネウエル株式会社

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

(72) 発明者 中島 寛

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 山武ハ
ネウエル株式会社内

(72) 発明者 小林 孝次

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 山武ハ
ネウエル株式会社内

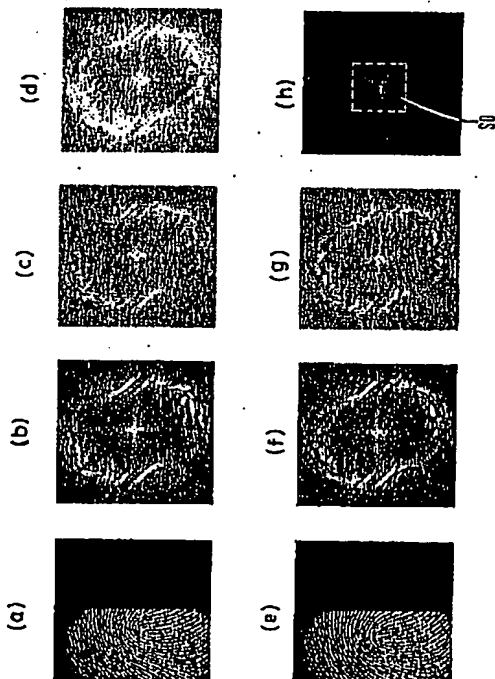
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 パターン照合装置

(57) 【要約】

【課題】 回転ずれがあっても登録パターンと照合パターンとが同一であるか否かを識別することができるようにする。

【解決手段】 図は登録指紋と照合指紋とが一致すると判断される場合の指紋照合状況である。同図(e)は照合指紋の画像データ、同図(a)は $m \cdot a$ 度回転された登録指紋の画像データである。登録指紋の画像データを $m \cdot a$ 度回転させ、2次元離散的フーリエ変換を施し、登録フーリエ画像データを得る(同図(b))。 $m = -90 \sim m = +90$ での登録フーリエ画像データを登録フーリエ回転画像データとしてファイル化する。照合時、登録フーリエ回転画像データから1パターンずつ登録フーリエ画像データを読み出し、照合フーリエ画像データ(同図(f))と合成し、登録指紋と照合指紋との照合を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 登録パターンの N 次元パターンデータおよびこの N 次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ N 次元回転パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ N 次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、
前記登録フーリエ N 次元回転パターンデータから 1 パターンずつ登録フーリエ N 次元パターンデータを読み出し、この読み出した登録フーリエ N 次元パターンデータと前記照合フーリエ N 次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえ N 次元離散的フーリエ変換および N 次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエ N 次元パターンデータに出現する相関成分エリアの N 次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 2】 登録パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ N 次元パターンデータを作成し、この登録フーリエ N 次元パターンデータおよびこの登録フーリエ N 次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の登録フーリエ N 次元パターンデータを登録フーリエ N 次元回転パターンデータとする登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ N 次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、
前記登録フーリエ N 次元回転パターンデータから 1 パターンずつ登録フーリエ N 次元パターンデータを読み出し、この読み出した登録フーリエ N 次元パターンデータと前記照合フーリエ N 次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえ N 次元離散的フーリエ変換および N 次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエ N 次元パターンデータに出現する相関成分エリアの N 次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 3】 登録パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ N 次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ

作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータおよびこの N 次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の N 次元パターンデータを照合パターンの N 次元回転パターンデータとし、この照合パターンの N 次元回転パターンデータに 1 パターンずつ N 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ N 次元パターンデータとし、この照合フーリエ N 次元パターンデータと前記登録フーリエ N 次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえ N 次元離散的フーリエ変換および N 次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエ N 次元パターンデータに出現する相関成分エリアの N 次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 4】 登録パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ N 次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ N 次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、
前記照合フーリエ N 次元パターンデータおよびこの照合フーリエ N 次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の照合フーリエ N 次元パターンデータを照合フーリエ N 次元回転パターンデータとし、この照合フーリエ N 次元回転パターンデータを 1 パターンずつ前記登録フーリエ N 次元パターンデータと合成し、これによって得られる合成フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえ N 次元離散的フーリエ変換および N 次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエ N 次元パターンデータに出現する相関成分エリアの N 次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 5】 登録パターンの N 次元パターンデータおよびこの N 次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより登録フーリエ N 次元回転パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより照合フーリエ N 次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、

前記登録フーリエN次元回転パターンデータから1パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータを読み出し、この読み出した登録フーリエN次元パターンデータと前記照合フーリエN次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対してN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項6】 登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより登録フーリエN次元パターンデータを作成し、この登録フーリエN次元パターンデータおよびこの登録フーリエN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の登録フーリエN次元パターンデータを登録フーリエN次元回転パターンデータとする登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより照合フーリエN次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、

前記登録フーリエN次元回転パターンデータから1パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータを読み出し、この読み出した登録フーリエN次元パターンデータと前記照合フーリエN次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対してN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項7】 登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより登録フーリエN次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、照合パターンのN次元パターンデータおよびこのN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数のN次元パターンデータを照合パターンのN次元回転パターンデータとし、この照合パターンのN次元回転パターンデータに1パターンずつN次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより照合フーリエN次元パターンデータとし、この照合フーリエN次元パターンデータと前記登録フーリエN次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対してN次元離散的フーリエ変換お

およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項8】 登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより登録フーリエN次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施してから振幅抑制処理を行うことにより照合フーリエN次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、

前記照合フーリエN次元パターンデータおよびこの照合フーリエN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の照合フーリエN次元パターンデータを照合フーリエN次元回転パターンデータとし、この照合フーリエN次元回転パターンデータを1パターンずつ前記登録フーリエN次元パターンデータと合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対してN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンとの照合を行うパターン照合手段とを備えたことを特徴とするパターン照合装置。

【請求項9】 登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエN次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエN次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、

前記登録フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を施す第1の振幅抑制手段と、

前記照合フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を施す第2の振幅抑制手段と、

前記第1の振幅抑制手段によって振幅抑制処理された登録フーリエN次元パターンデータの座標系を極座標系に変換する第1の極座標系変換手段と、

前記第2の振幅抑制手段によって振幅抑制処理された照合フーリエN次元パターンデータの座標系を極座標系に変換する第2の極座標系変換手段と、

前記第1の極座標系変換手段によって極座標系に変換された登録フーリエN次元パターンデータと前記第2の極座標系変換手段によって極座標系に変換された照合フーリエN次元パターンデータとを振幅抑制相関法によって

照合する振幅抑制相関照合手段と、

この振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量を求める回転ずれ量測定手段と、

この回転ずれ量測定手段で求められた回転ずれ量に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行う回転ずれ補正手段とを備え、前記回転ずれ補正手段によって回転ずれの補正を行ったうえで前記登録パターンと前記照合パターンとを振幅抑制相関法によって再度照合することを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 10】 登録パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ N 次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデータ作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ N 次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、

前記登録フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を施す第 1 の振幅抑制手段と、

前記照合フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を施す第 2 の振幅抑制手段と、

前記第 1 の振幅抑制手段によって振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータに対して、その位相の符号を振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ抽出したうえで、その座標系を極座標系に変換する第 1 の極座標系変換手段と、

前記第 2 の振幅抑制手段によって振幅抑制処理された照合フーリエ N 次元パターンデータに対して、その位相の符号を振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ抽出したうえで、その座標系を極座標系に変換する第 2 の極座標系変換手段と、

前記第 1 の極座標系変換手段によって極座標系に変換された登録フーリエ N 次元パターンデータと前記第 2 の極座標系変換手段によって極座標系に変換された照合フーリエ N 次元パターンデータとを振幅抑制相関法によって照合する振幅抑制相関照合手段と、

この振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量を求める回転ずれ量測定手段と、

この回転ずれ量測定手段で求められた回転ずれ量に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行う回転ずれ補正手段とを備え、

前記回転ずれ補正手段によって回転ずれの補正を行ったうえで前記登録パターンと前記照合パターンとを振幅抑制相関法によって再度照合することを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 11】 登録パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ N 次元パターンデータを作成する登録フーリエパターンデー

タ作成手段と、

照合パターンの N 次元パターンデータに N 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ N 次元パターンデータを作成する照合フーリエパターンデータ作成手段と、

前記登録フーリエ N 次元パターンデータの位相成分を除去したうえでこの登録フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を施す第 1 の振幅抑制手段と、

前記照合フーリエ N 次元パターンデータの位相成分を除去したうえでこの照合フーリエ N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を施す第 2 の振幅抑制手段と、

前記第 1 の振幅抑制手段によって振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータの座標系を極座標系に変換する第 1 の極座標系変換手段と、

前記第 2 の振幅抑制手段によって振幅抑制処理された照合フーリエ N 次元パターンデータの座標系を極座標系に変換する第 2 の極座標系変換手段と、

前記第 1 の極座標系変換手段によって極座標系に変換された登録フーリエ N 次元パターンデータと前記第 2 の極座標系変換手段によって極座標系に変換された照合フーリエ N 次元パターンデータとを振幅抑制相関法によって照合する振幅抑制相関照合手段と、

この振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量を求める回転ずれ量測定手段と、

この回転ずれ量測定手段で求められた回転ずれ量に基づいて前記登録パターンと前記照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行う回転ずれ補正手段とを備え、

前記回転ずれ補正手段によって回転ずれの補正を行ったうえで前記登録パターンと前記照合パターンとを振幅抑制相関法によって再度照合することを特徴とするパターン照合装置。

【請求項 12】 請求項 9 ～ 11 において、前記振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの相関値が所定のしきい値より大きい場合は、直ちに登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしたことを特徴とするパターン照合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、空間周波数特性に基づいて N 次元のパターン〔例えば、指紋（2 次元）、立体（3 次元）〕の照合を行うパターン照合装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、コンピュータ室や重要機械室への入退室管理、コンピュータ端末や銀行の金融端末へのアクセス管理などの個人認識を必要とする分野において、これまでの暗証番号や ID カードに代わって、指紋照合装置が採用されつつある。

【0003】 本出願人は、先に特願平 7 - 108526 号として、パターン照合装置を提案した。このパターン

10

20

30

40

50

照合装置では、登録パターンの画像データに2次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ画像データを作成し、照合パターンの画像データに2次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ画像データを作成し、登録フーリエ画像データと照合フーリエ画像データとを合成し、これによって得られる合成フーリエ画像データに対して2次元離散的フーリエ変換を施し、この2次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データに出現する相関成分エリアよりそのスペクトラム強度の高い上位n画素を抽出し、この抽出したn画素のスペクトラム強度の平均を相関値としてしきい値と比較し、登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このパターン照合装置では、登録パターンと照合パターンとの間に6度以上の回転ずれがあると、登録パターンと照合パターンとが同一であるか否かを識別することができない。

【0005】本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、登録パターンと照合パターンとの間に回転ずれがあっても、登録パターンと照合パターンとが同一であるか否かを識別することのできるパターン照合装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、第1発明（請求項1に係る発明）は、登録パターンのN次元パターンデータおよびこのN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数のN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエN次元回転パターンデータを作成し、照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエN次元パターンデータを作成し、登録フーリエN次元回転パターンデータから1パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータを読み出し、この読み出した登録フーリエN次元パターンデータと照合フーリエN次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしたものである。

【0007】この発明では、登録パターンのN次元パターンデータおよびこのN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数のN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換が施されて、登録フーリエN次元回転パターンデータが作成される。そして、この登録フーリエN次元回転パターンデータから1パターンず

つ登録フーリエN次元パターンデータが読み出され、照合フーリエN次元パターンデータと合成され、この合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換あるいはN次元離散的逆フーリエ変換が施され、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて、登録パターンと照合パターンとの照合が行われる。

10 【0008】第2発明（請求項2に係る発明）は、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエN次元パターンデータを作成し、この登録フーリエN次元パターンデータおよびこの登録フーリエN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の登録フーリエN次元パターンデータを登録フーリエN次元回転パターンデータとし、照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエN次元パターンデータを作成し、登録フーリエN次元回転パターンデータから1
20 パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータを読み出し、この読み出した登録フーリエN次元パターンデータと照合フーリエN次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしたものである。

30 【0009】この発明では、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換が施されて登録フーリエN次元パターンデータが作成され、この登録フーリエN次元パターンデータおよびこの登録フーリエN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の登録フーリエN次元パターンデータが登録フーリエN次元回転パターンデータとされる。そして、この登録フーリエN次元回転パターンデータから1パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータが読み出され、照合フーリエN次元パターンデータと合成され、この合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換あるいはN次元離散的逆フーリエ変換が施され、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて、登録パターンと照合パターンとの照合が行われる。

40 【0010】第3発明（請求項3に係る発明）は、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエN次元パターンデータを作

成し、照合パターンのN次元パターンデータおよびこのN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数のN次元パターンデータを照合パターンのN次元回転パターンデータとし、この照合パターンN次元回転パターンデータに1パターンずつN次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエN次元パターンデータとし、この照合フーリエN次元パターンデータと登録フーリエN次元パターンデータとを合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしたものである。

【0011】この発明では、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換が施されて登録フーリエN次元パターンデータが作成される。また、照合パターンのN次元パターンデータおよびこのN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数のN次元パターンデータを照合パターンのN次元回転パターンデータとし、この照合パターンのN次元回転パターンデータに1パターンずつN次元離散的フーリエ変換が施されて照合フーリエN次元パターンデータとされる。そして、この1パターンずつ作成される照合フーリエN次元パターンデータと登録フーリエN次元パターンデータとが合成され、この合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換あるいはN次元離散的逆フーリエ変換が施され、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて、登録パターンと照合パターンとの照合が行われる。

【0012】第4発明（請求項4に係る発明）は、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエN次元パターンデータを作成し、照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエN次元パターンデータを作成し、照合フーリエN次元パターンデータおよびこの照合フーリエN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の照合フーリエN次元パターンデータを照合フーリエN次元回転パターンデータとし、この照合フーリエN次元回転パターンデータを1パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータと合成し、これによって得られる合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施し、このフーリエ変換の施された合成フー

リエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしたものである。

【0013】この発明では、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換が施されて登録フーリエN次元パターンデータが作成され、照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換が施されて照合フーリエN次元パターンデータが作成される。そして、照合フーリエN次元パターンデータおよびこの照合フーリエN次元パターンデータを各々相異なる所定角度回転させた複数の照合フーリエN次元パターンデータを照合フーリエN次元回転パターンデータとし、この照合フーリエN次元回転パターンデータが1パターンずつ登録フーリエN次元パターンデータと合成され、この合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換あるいはN次元離散的逆フーリエ変換が施され、このフーリエ変換の施された合成フーリエN次元パターンデータに出現する相関成分エリアのN次元パターンデータを構成する個々のデータ毎の相関成分の強度に基づいて、登録パターンと照合パターンとの照合が行われる。

【0014】第5発明（請求項5に係る発明）～第8発明（請求項8に係る発明）は、第1発明～第4発明における「合成フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行ったうえN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施す」を、「合成フーリエN次元パターンデータに対してN次元離散的フーリエ変換およびN次元離散的逆フーリエ変換の何れか一方を施す」とし、合成される前の個々のデータに振幅抑制処理を行うようにしたものである。

【0015】第9発明（請求項9に係る発明）は、登録パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエN次元パターンデータを作成し、照合パターンのN次元パターンデータにN次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエN次元パターンデータを作成し、登録フーリエN次元パターンデータおよび照合フーリエN次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエN次元パターンデータおよび照合フーリエN次元パターンデータの座標系を極座標系に変換し、極座標系に変換された登録フーリエN次元パターンデータと照合フーリエN次元パターンデータとを振幅抑制相関法によって照合し、この照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量を求め、この求められた回転ずれ量に基づいて登録パターンと照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえ登録パターンと照合パターンとを振幅抑制相関法によって再度照合するようにしたものである。

【0016】この発明によれば、登録パターンのN次元

パターンデータ (R) に N 次元離散的フーリエ変換が施されて登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_f) が作成され、照合パターンの N 次元パターンデータ (I) に N 次元離散的フーリエ変換が施されて照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_f) が作成され、登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_f) および照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_f) に対して \log 処理や $\sqrt{\quad}$ 処理等の振幅抑制処理が行われ、この振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_{fL}) および照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_{fL}) の座標系が極座標系に変換され、この極座標系に変換された登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_{fL}) と照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_{fL}) とが振幅抑制相関法によって照合される。そして、この照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量 ($\Delta\theta$) が求められ、この求められた回転ずれ量 ($\Delta\theta$) に基づいて登録パターンと照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえで、登録パターンと照合パターンとが振幅抑制相関法によって再度照合される。

【0017】第10発明(請求項9に係る発明)は、振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータおよび照合フーリエ N 次元パターンデータに対して、その位相の符号を振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ抽出したうえで、その座標系を極座標系に変換するようにしたものである。この発明によれば、登録パターンの N 次元パターンデータ (R) に N 次元離散的フーリエ変換が施されて登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_f) が作成され、照合パターンの N 次元パターンデータ (I) に N 次元離散的フーリエ変換が施されて照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_f) が作成され、登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_f) および照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_f) に対して \log 処理や $\sqrt{\quad}$ 処理等の振幅抑制処理が行われ、この振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_{fL}) および照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_{fL}) に対して、その位相の符号が振幅に付加され、符号付き振幅成分のみ抽出されたうえで (R_{fL}' , I_{fL}')、その座標系が極座標系に変換され、この極座標系に変換された登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_{fL}') と照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_{fL}') とが振幅抑制相関法によって照合される。そして、この照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量 ($\Delta\theta$) が求められ、この求められた回転ずれ量 ($\Delta\theta$) に基づいて登録パターンと照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえで、登録パターンと照合パターンとが振幅抑制相関法によって再度照合される。

【0018】第11発明(請求項11に係る発明)は、登録フーリエ N 次元パターンデータおよび照合フーリエ N 次元パターンデータの位相成分を除去したうえでこの登録フーリエ N 次元パターンデータおよび照合フーリエ

N 次元パターンデータに対して振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータおよび照合フーリエ N 次元パターンデータの座標系を極座標系に変換するようにしたものである。この発明によれば、登録パターンの N 次元パターンデータ (R) に N 次元離散的フーリエ変換が施されて登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_f) が作成され、照合パターンの N 次元パターンデータ (I) に N 次元離散的フーリエ変換が施されて照合フーリエ N 次元パターンデータ

(I_f) が作成され、登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_f) および照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_f) に対して位相成分を除去したうえで \log 処理や $\sqrt{\quad}$ 処理等の振幅抑制処理が行われ、この振幅抑制処理された登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_{fL}') および照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_{fL}') の座標系が極座標系に変換され、この極座標系に変換された登録フーリエ N 次元パターンデータ (R_{fL}') と照合フーリエ N 次元パターンデータ (I_{fL}') とが振幅抑制相関法によって照合される。そして、この照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量 ($\Delta\theta$) が求められ、この求められた回転ずれ量 ($\Delta\theta$) に基づいて登録パターンと照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえで、登録パターンと照合パターンとが振幅抑制相関法によって再度照合される。

【0019】第12発明(請求項12に係る発明)は、第9～第11発明において、振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの相関値が所定のしきい値より大きい場合は、直ちに登録パターンと照合パターンとの照合を行うようにしたものである。この発明によれば、振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの相関値が所定のしきい値より大きければ、その時点で直ちに照合結果が得られる(粗照合)。これに対し、振幅抑制相関照合手段での照合過程で得られる相関ピークの相関値が所定のしきい値より小さければ、その相関ピークの位置から両者の回転ずれ量 ($\Delta\theta$) が求められ、この求められた回転ずれ量 ($\Delta\theta$) に基づいて登録パターンと照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえで、登録パターンと照合パターンとが振幅抑制相関法によって再度照合される(精照合)。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施の形態に基づき詳細に説明する。

〔実施の形態1：第1発明〕図2はこの発明の一実施の形態を示す指紋照合装置(2次元パターン照合装置)のブロック構成図である。同図において10は操作部、20はコントロール部であり、操作部10にはテンキー10-1、ディスプレイ(LCD)10-2と共に指紋センサ10-3が設けられている。指紋センサ10-3は光源10-31、プリズム10-32、CCDカメラ10-33を備えてなる。コントロール部20は、CPU

を有してなる制御部 20-1 と、ROM 20-2 と、RAM 20-3 と、ハードディスク (HD) 20-4 と、フレームメモリ (FM) 20-5 と、外部接続部 (I/F) 20-6 と、フーリエ変換部 (FFT) 20-7 とを備えてなり、ROM 20-2 には登録プログラムと照合プログラムが格納されている。

【0021】〔指紋の登録〕この指紋照合装置において利用者の指紋は次のようにして登録される。すなわち、運用する前に、利用者は、テンキー 10-1 を用いて自己に割り当てられた ID ナンバを入力する (図 3 に示すステップ 301)、指紋センサ 10-3 のプリズム 10-32 上に指を置く。プリズム 10-32 には光源 10-31 から光が照射されており、プリズム 10-32 の面に接触しない指紋の凹部 (谷線部) では、光源 10-31 からの光は全反射し、CCD カメラ 10-33 に至る。逆にプリズム 10-32 の面に接触する指紋の凸部 (隆線部) では全反射条件がくずれ、光源 10-31 からの光は散乱する。これにより、指紋の谷線部は明るく、隆線部は暗い、コントラストのある指紋の紋様が採取される。この採取された指紋 (登録指紋) の紋様は、A/D 変換により、 320×400 画素、256 階調の濃淡画像 (画像データ: 2 次元パターンデータ) として、コントロール部 20 へ与えられる。

【0022】制御部 20-1 は、この操作部 10 より与えられる登録指紋の画像データをフレームメモリ 20-5 を介して取り込み (ステップ 302)、この取り込んだ登録指紋の画像データに対し縮小処理を行う (ステップ 303)。この縮小処理は、 320×400 画素、256 階調の原画像データに対し、その x 方向 (横方向) については左右の端を 32 画素づつ除いて 4 画素ピッチで間引くことにより、その y 方向 (縦方向) については上下の端を 8 画素づつ除いて 3 画素ピッチで間引くことにより行う。これにより、登録指紋の画像データが、 64×128 画素、256 階調の画像データに縮小される (図 5 参照)。

【0023】そして、制御部 20-1 は、 $m=i$ (この例では、 $i=-90$) とし (ステップ 304)、 $m \cdot a \leq K$ (この例では、 $a=1$ 、 $K=+90$) か否かをチェックのうえ (ステップ 305)、 $m \cdot a \leq K$ であれば、ステップ 303 で縮小した登録指紋の画像データを $m \cdot a$ 度回転させ (ステップ 306)、この $m \cdot a$ 度回転させた登録指紋の画像データをフーリエ変換部 20-7 へ送り、2 次元離散的フーリエ変換 (DFT) を施す (ステップ 307)。

【0024】これにより、登録指紋の画像データは、フーリエ画像データ (登録フーリエ画像データ) となる。制御部 20-1 は、この登録フーリエ画像データを $m=i$ での登録フーリエ画像データとして、ハードディスク 20-4 内に ID ナンバと対応させてファイル化し (ステップ 308)、 $m=m+1$ として (ステップ 30

9)、ステップ 305 以降の処理を繰り返す。この処理の繰り返しにより、ハードディスク 20-4 内には、 $m=-90 \sim +90$ での登録フーリエ画像データが登録フーリエ回転画像データとして、ID ナンバと対応してファイル化される。

【0025】なお、2 次元離散的フーリエ変換については、例えば「コンピュータ画像処理入門、日本工業技術センター編、総研出版 (株) 発行、P. 44~45 (文献 1)」等に説明されている。

【0026】〔指紋の照合〕この指紋照合装置において利用者の指紋の照合は次のようにして行われる。すなわち、運用中、利用者は、テンキー 10-1 を用いて自己に割り当てられた ID ナンバを入力する (図 4 に示すステップ 401)、指紋センサ 10-3 のプリズム 10-32 上に指を置く。これにより、指紋の登録の場合と同様にして、採取された指紋 (照合指紋) の紋様が、 320×400 画素、256 階調の濃淡画像 (画像データ: 2 次元パターンデータ) として、コントロール部 20 へ与えられる。

【0027】制御部 20-1 は、テンキー 10-1 を介して ID ナンバが与えられると、 $m=i$ (この例では、 $i=-90$) とし (ステップ 402)、ハードディスク 20-4 内にファイル化されている登録フーリエ回転画像データから、その ID ナンバに対応する $m=i$ での登録フーリエ画像データを読み出す (ステップ 403)。すなわち、「登録指紋の画像データを $m \cdot a$ 度回転させ、この $m \cdot a$ 度回転させた登録指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施して得られる登録フーリエ画像データ」を、ハードディスク 20-4 内の登録フーリエ回転画像データから読み出す。

【0028】また、制御部 20-1 は、操作部 10 より与えられる照合指紋の画像データをフレームメモリ 20-5 を介して取り込み (ステップ 404)、この取り込んだ照合指紋の画像データに対してステップ 303 で行ったと同様の縮小処理を行う (ステップ 405)。これにより、照合指紋の画像データが、 64×128 画素、256 階調の画像データに縮小される。

【0029】そして、制御部 20-1 は、この縮小した照合指紋の画像データをフーリエ変換部 20-7 へ送り、この照合指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換 (DFT) を施す (ステップ 406)。これにより、照合指紋の画像データは、フーリエ画像データ (照合フーリエ画像データ) となる。

【0030】次に、制御部 20-1 は、ステップ 406 で得た照合指紋のフーリエ画像データとステップ 403 で読み出した登録指紋のフーリエ画像データとを合成し (ステップ 407)、合成フーリエ画像データを得る。

【0031】ここで、合成フーリエ画像データは、照合指紋のフーリエ画像データを $A \cdot e^{i\theta}$ とし、登録指紋のフーリエ画像データを $B \cdot e^{i\phi}$ とした場合、 $A \cdot B$

・ $e^{j(\theta-\phi)}$ で表される。但し、 A 、 B 、 θ 、 ϕ とも周波数（フーリエ）空間（ u 、 v ）の関数とする。

$$A \cdot B \cdot e^{j(\theta-\phi)} = A \cdot B \cdot \cos(\theta-\phi) + j \cdot A \cdot B \cdot \sin(\theta-\phi) \quad \dots (1)$$

として表され、 $A \cdot e^{j\theta} = \alpha_1 + j\beta_1$ 、 $B \cdot e^{j\phi} = \alpha_2 + j\beta_2$ とすると、 $A = (\alpha_1^2 + \beta_1^2)^{1/2}$ 、 $B = (\alpha_2^2 + \beta_2^2)^{1/2}$ 、 $\theta = \tan^{-1}(\beta_1 / \alpha_1)$ 、 $\phi = \tan^{-1}(\beta_2 / \alpha_2)$ となる。この (1) 式を計算することにより合成フーリエ画像データを得る。

【0033】なお、 $A \cdot B \cdot e^{j(\theta-\phi)} = A \cdot B \cdot e^{j\theta} \cdot e^{-j\phi} = A \cdot e^{j\theta} \cdot B \cdot e^{-j\phi} = (\alpha_1 + j\beta_1) \cdot (\alpha_2 - j\beta_2) = (\alpha_1 \cdot \alpha_2 + \beta_1 \cdot \beta_2) + j(\alpha_2 \cdot \beta_1 - \alpha_1 \cdot \beta_2)$ として、合成フーリエ画像データを求めるようにしてもよい。

【0034】そして、制御部 20-1 は、このようにして合成フーリエ画像データを得た後、振幅抑制処理を行う（ステップ 408）。この実施の形態では、振幅抑制処理として、 \log 処理を行う。すなわち、前述した合成フーリエ画像データの演算式である $A \cdot B \cdot e^{j(\theta-\phi)}$ の \log をとり、 $\log(A \cdot B) \cdot e^{j(\theta-\phi)}$ とすることにより、振幅である $A \cdot B$ を $\log(A \cdot B)$ に抑制する（ $A \cdot B > \log(A \cdot B)$ ）。

【0035】振幅抑制処理を施した合成フーリエ画像データでは登録指紋の採取時と照合指紋の採取時の照度差による影響が小さくなる。すなわち、振幅抑制処理を行うことにより、各画素のスペクトラム強度が抑圧され、飛び抜けた値がなくなり、より多くの情報が有効となる。また、振幅抑制処理を行うことにより、指紋情報の内、個人情報である特徴点（端点、分岐点）や隆線の特徴（渦、分岐）がより強調され、一般的指紋情報である隆線全体の流れ・方向が抑えられる。

【0036】なお、この実施の形態では、振幅抑制処理として \log 処理を行うものとしたが、 $\sqrt{\quad}$ 処理を行うようにしてもよい。また、 \log 処理や $\sqrt{\quad}$ 処理に限らず、振幅を抑制することができればどのような処理でもよい。振幅抑制で全ての振幅を例えば 1 にすると、すなわち位相のみにすると、 \log 処理や $\sqrt{\quad}$ 処理等に比べ、計算量を減らすことができるという利点とデータが少なくなるという利点がある。

【0037】ステップ 408 で振幅抑制処理を行った後、制御部 20-1 は、その振幅抑制処理を行った合成フーリエ画像データをフーリエ変換部 20-7 へ送り、第 2 回目の 2 次元離散的フーリエ変換（DFT）を施す（ステップ 409）。

【0038】そして、制御部 20-1 は、ステップ 409 で得た 2 次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データを取り込み、この合成フーリエ画像データより所定の相関成分エリアの各画素の相関成分の強度（振幅）をスキャンし、各画素の相関成分の強度のヒストグラムを求め、このヒストグラムより相関成分の強度

【0032】そして、 $A \cdot B \cdot e^{j(\theta-\phi)}$ は、

の高い上位 n 画素（この実施の形態では、8 画素）を抽出し、この抽出した n 画素の相関成分の強度の平均を相関値（スコア）として求める（ステップ 410）。

【0039】そして、制御部 20-1 は、ステップ 410 で得た相関値を予め定められているしきい値と比較し（ステップ 411）、相関値がしきい値以上であれば、登録指紋と照合指紋とが一致したと判断し（ステップ 412）、その旨の表示を行うと共に電気錠用の出力を送出する。相関値がしきい値以下であれば、 $m \cdot a < K$ （この例では、 $a=1$ 、 $K=+90$ ）か否かをチェックのうえ（ステップ 413）、 $m \cdot a < K$ であれば、 $m=m+1$ として（ステップ 414）、ステップ 403 以降の処理を繰り返す。

【0040】このステップ 403 以降の処理の繰り返しにより、ハードディスク 20-4 内の登録フーリエ回転画像データから 1 パターンずつ登録フーリエ画像データが読み出され、この読み出された登録フーリエ画像データと照合フーリエ画像データとが合成され、これによって得られる合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理が行われたうえ 2 次元離散的フーリエ変換が施され、この 2 次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データに出現する相関成分エリアの各画素の相関成分の強度に基づいて登録指紋と照合指紋との照合が行われる。

【0041】すなわち、この実施の形態では、実質的に、照合指紋を固定とし、登録指紋を -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させながら、登録指紋と照合指紋との照合が行われる。この場合、 $+90$ 度に至る前に登録指紋と照合指紋とが一致すれば、すなわちステップ 411 において相関値がしきい値以上となれば、その時点で登録指紋と照合指紋との照合を終了する。これに対して、 $+90$ 度としてもまだ登録指紋と照合指紋とが一致しなければ、ステップ 413 での NO に応じ、登録指紋と照合指紋とが一致しないと判断され（ステップ 415）、その旨の表示が行われる。

【0042】図 1 に登録指紋と照合指紋とが一致すると判断される場合の指紋照合状況を示す。同図 (e) は照合指紋の画像データ、同図 (a) は $m \cdot a$ 度回転された登録指紋の画像データ、同図 (b) は同図 (a) に 2 次元離散的フーリエ変換を施して得られる登録フーリエ画像データ、同図 (f) は同図 (e) に 2 次元離散的フーリエ変換を施して得られる照合フーリエ画像データ、同図 (d) は同図 (b) と (f) とを合成して得た振幅抑制処理後の合成フーリエ画像データ、同図 (h) は同図 (d) に 2 次元離散的フーリエ変換を施して得た合成フーリエ画像データである。

【0043】図1(h)において、相関成分エリアは、白い点線で囲んだ領域S0として定められている。この相関成分エリアS0の一部における各画素の相関成分の強度の数値例を図6に示す。この図において、○で囲んだ値が、上位8画素の相関成分の強度である。この上位8画素の平均が相関値(スコア)として求められる。この場合、この求められる相関値が予め定められているしきい値以上となり、登録指紋と照合指紋とが一致したと判断される。

【0044】ここで、相関値と比較されるしきい値は、サンプルとして20～50歳代の男女10人の人指し指の指紋を各10回入力して得た合計100指をそれぞれ登録と照合に用いて1万回の照合を行い、この照合結果から求めている。本人対本人、本人対他人、それぞれの相関値の相対度数分布図を図7に示す。X軸は本人対本人の組合せにおける相関値の平均値 μ と標準偏差 σ で表した相関度を示し、Y軸は相対度数を示している。他人排他率が100%となる所の相関値をしきい値として用いる。なお、他人排他率は100%でなくても良く、目的に合わせて任意の率に定めれば良い。

【0045】図8に振幅抑制処理を行わなかった場合の本人対本人、本人対他人、それぞれの相関値の相対度数分布図を示す。この実施の形態では、ステップ407で振幅抑制処理を行っているので、合成フーリエ画像データにおける登録指紋の採取時と照合指紋の採取時の照度差による影響が小さくなり、また指紋情報の内、個人情報である特徴点(端点、分岐点)や隆線の特徴(渦、分岐)がより強調され、照合精度が格段にアップする。すなわち、図8では他人排他率100%のときの本人認識率が6.6%であるが、図7では他人排他率100%のときの本人認識率は93.1%となる。

【0046】なお、この実施の形態においては、相関成分エリアS0の各画素から相関成分の強度の高い上位n画素を抽出しその平均を相関値としたが、その上位n画素の相関成分の強度の加算値を相関値としてもよい。また、しきい値を越える全ての画素の相関成分の強度を加算し、その加算値を相関値としたり、その加算値の平均を相関値とするなどとしてもよい。また、各画素の相関成分の強度のうち1つでもしきい値以上のものがあれば「一致」と判断してもよく、しきい値を越えるものがn個以上であれば「一致」と判断する等、種々の判定方法が考えられる。

【0047】また、この実施の形態では、2次元離散的フーリエ変換をフーリエ変換部20-7において行うものとしたが、CPU20-1内で行うものとしてもよい。また、この実施の形態では、登録指紋の画像データに対しステップ303で縮小処理を行うようにしたが、登録指紋のフーリエ画像データを読み出した後の段階(ステップ403と404との間)で縮小処理を行うようにしてもよい。また、登録指紋や照合指紋の画像デー

タに対しては必ずしも縮小処理を行わなくてもよく、入力画像データをそのまま用いてフーリエ画像データを作成するようにしてもよい。縮小処理を行うようにすれば、その分、入力画像データの処理に際して用いる画像メモリの容量を少なくすることができる。

【0048】また、この実施の形態では、図4に示したステップ409にて2次元離散的フーリエ変換を行うようにしたが、2次元離散的フーリエ変換ではなく2次元離散的逆フーリエ変換を行うようにしてもよい。すなわち、振幅抑制処理の施された合成フーリエ画像データに対して2次元離散的フーリエ変換を行うのに代えて、2次元離散的逆フーリエ変換を行うようにしてもよい。2次元離散的フーリエ変換と2次元離散的逆フーリエ変換とは、定量的にみて照合精度は変わらない。2次元離散的逆フーリエ変換については、先の文献1に説明されている。

【0049】また、この実施の形態では、合成後のフーリエ画像データに対して振幅抑制処理を施して2次元離散的フーリエ変換を行うようにしたが(ステップ408, 409)、合成前の登録指紋および照合指紋のフーリエ画像データにそれぞれ振幅抑制処理を行った後に合成するようにしてもよい。すなわち、図9(a)に示すように、図3のステップ306と307との間に振幅抑制処理を行うステップ310を設け、図9(b)に示すように、図4のステップ407と408とを入れ替えるようにしてもよい。

【0050】このようにした場合、ステップ310の振幅抑制処理によって、図1(c)に示すような振幅抑制処理の施された登録指紋のフーリエ画像データ(登録フーリエ画像データ)が得られ、ステップ407と408との入れ替えによって、図1(g)に示すような振幅抑制処理の施された照合指紋のフーリエ画像データ(照合フーリエ画像データ)が得られる。そして、それぞれ振幅抑制処理の施された登録指紋および照合指紋のフーリエ画像データが合成され、図1(d)に示されるような合成フーリエ画像データが得られる。

【0051】この時の合成フーリエ画像データの振幅の抑制率は、合成フーリエ画像データとしてから振幅抑制処理を行う場合(図4)に対して小さい。したがって、合成フーリエ画像データとしてから振幅抑制処理を行う(図4)方が、振幅抑制処理を行ってから合成フーリエ画像データとする方法(図9)に比べて、その照合精度がアップする。なお、振幅抑制処理を行ってから合成フーリエ画像データとする場合(図9)にも、合成フーリエ画像データに対して2次元離散的フーリエ変換ではなく、2次元離散的逆フーリエ変換を行うようにしてもよい。

【0052】参考として図10に照合指紋が他人である場合の指紋照合状況を図1と対応して示す。図1は照合指紋が本人である場合の指紋照合状況であり、照合指紋

が本人である場合には相関成分エリア S_0 に相関成分の強度の高い部分が生じるが、照合指紋が他人である場合に生じない。すなわち、照合指紋が本人である場合には、登録指紋の画像データを -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させたとき、 $+90$ 度に至るまでの間のいずれかの回転角度で相関成分エリア S_0 に相関成分の強度の高い部分が生じる。これに対し、照合指紋が他人である場合には、登録指紋の画像データを -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させたとき、 $+90$ 度になっても相関成分エリア S_0 には相関成分の強度の高い部分は生じない。

【0053】なお、この実施の形態では、指紋照合を行う場合を例として説明したが、声紋照合を行う場合にも同様にして適用することができ、指紋、声紋に拘らず画像データとして取り扱うことのできる各種の 2 次元パターンに用いることができる。

【0054】また、この実施の形態では、2 次元パターンを画像として得るものとしたが、必ずしも画像として得るようにしなくてもよい。例えば、振動検出器を各場所に 2 次元的に配置し、この 2 次元的に配置された振動検出器により得られる 2 次元パターン（地震波）を照合パターンとし、予め登録されているパターンと照合するようにしてもよい。また、各部位に流量計測器を 2 次元的に配置し、この 2 次元的に配置された流量計測器により得られる 2 次元パターン（流量分布）を照合パターンとし、予め登録されているパターンと照合するようにしてもよい。また、この実施の形態では、2 次元パターンの照合について説明したが、3 次元パターンの照合についても同様にして行うことが可能であり、2 次元、3 次元に拘らず多次元のパターンの照合を同様にして行うことができる。

【0055】〔実施の形態 2：第 2 発明〕実施の形態 1 では、登録指紋の画像データを $m \cdot a$ 度回転させ、この $m \cdot a$ 度回転させた登録指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施し、これにより得られる $m = -90 \sim +90$ での登録フーリエ画像データを登録フーリエ回転画像データとしてファイル化するものとした。これに対し、実施の形態 2 では、登録指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ画像データを作成し、この登録フーリエ画像データを $m \cdot a$ 度回転させ、これにより得られる $m = -90 \sim +90$ での登録フーリエ画像データを登録フーリエ回転画像データとしてファイル化する。

【0056】すなわち、図 11 に示すように、図 3 のステップ 301、302、303 に対応してステップ 501、502、503 の処理を行い、ステップ 503 で得た登録指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施し（ステップ 504）、登録フーリエ画像データを得る。そして、 $m = i$ （この例では、 $i = -90$ ）とし

（ステップ 505）、 $m \cdot a \leq K$ （この例では、 $a =$

1、 $K = +90$ ）か否かをチェックのうえ（ステップ 506）、 $m \cdot a \leq K$ であれば、ステップ 504 で得た登録フーリエ画像データを $m \cdot a$ 度回転させ（ステップ 507）、この $m \cdot a$ 度回転させた登録フーリエ画像データを $m = i$ での登録フーリエ画像データとして、ID ナンバと対応させてファイル化し（ステップ 508）、 $m = m + 1$ として（ステップ 509）、ステップ 506 以降の処理を繰り返す。この処理の繰り返しにより、 $m = -90 \sim +90$ での登録フーリエ画像データが登録フーリエ回転画像データとして、ID ナンバと対応してファイル化される。

【0057】なお、この実施の形態 2 において、指紋照合時の処理動作は、実施の形態 1 と同じ（図 4 に示したフローチャートと同じ）であるので、その説明は省略する。この実施の形態でも、実施の形態 1 と同様、実質的に、照合指紋を固定とし、登録指紋を -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させながら、登録指紋と照合指紋との照合が行われる。

【0058】〔実施の形態 3：第 3 発明〕実施の形態 1、2 では、実質的に、照合指紋を固定とし、登録指紋を -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させながら、登録指紋と照合指紋との照合を行うようにした。これに対し、実施の形態 3 では、実質的に、登録指紋を固定とし、照合指紋を -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させながら、登録指紋と照合指紋との照合を行うようにする。

【0059】〔指紋の登録〕この実施の形態 3 では、図 12 にそのフローチャートを示すように、図 11 のステップ 501、502、503、504 に対応してステップ 601、602、603、604 の処理を行い、ステップ 604 で得た登録フーリエ画像データを登録指紋の原画像データとして、ID ナンバと対応させてハードディスク 20-4 内にファイル化する（ステップ 605）。

【0060】〔指紋の照合〕運用中、利用者は、テンキー 10-1 を用いて自己に割り当てられた ID ナンバを入力（図 13 に示すステップ 701）、指紋センサ 10-3 のブリズム 10-32 上に指を置く。これにより、指紋の登録の場合と同様にして、採取された指紋（照合指紋）の紋様が画像データとしてコントロール部 20 へ与えられる。

【0061】制御部 20-1 は、テンキー 10-1 を介して ID ナンバが与えられると、ハードディスク 20-4 内にファイル化されている登録フーリエ画像データを読み出す（ステップ 702）。また、制御部 20-1 は、操作部 10 より与えられる照合指紋の画像データをフレームメモリ 20-5 を介して取り込み（ステップ 703）、この取り込んだ照合指紋の画像データに対して縮小処理を行う（ステップ 704）。

【0062】そして、制御部 20-1 は、 $m = i$ （この

例では、 $i = -90$) とし (ステップ 705)、ステップ 704 で縮小した照合指紋の画像データを $m \cdot a$ 度回転させ (ステップ 706)、この $m \cdot a$ 度回転させた照合指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施し (ステップ 707)、 $m = i$ での照合フーリエ画像データを得る。

【0063】次に、制御部 20-1 は、ステップ 706 で得た照合フーリエ画像データとステップ 702 で読み出した登録フーリエ画像データとを合成し (ステップ 708)、合成フーリエ画像データを得る。そして、この合成フーリエ画像データに対して、振幅抑制処理 (log 処理) を行い (ステップ 709)、この振幅抑制処理を行った合成フーリエ画像データに第 2 回目の 2 次元離散的フーリエ変換を施す (ステップ 710)。

【0064】そして、制御部 20-1 は、ステップ 710 で得た 2 次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データより所定の相関成分エリアの各画素の相関成分の強度 (振幅) をスキャンし、各画素の相関成分の強度のヒストグラムを求め、このヒストグラムより相関成分の強度の高い上位 n 画素 (この実施の形態では、8 画素) を抽出し、この抽出した n 画素の相関成分の強度の平均を相関値 (スコア) として求める (ステップ 711)。

【0065】そして、制御部 20-1 は、ステップ 711 で得た相関値を予め定められているしきい値と比較し (ステップ 712)、相関値がしきい値以上であれば、登録指紋と照合指紋とが一致したと判断し (ステップ 713)、その旨の表示を行うと共に電気錠用の出力を送出する。相関値がしきい値以下であれば、 $m \cdot a < K$ (この例では、 $a = 1$ 、 $K = +90$) か否かをチェック (この例では、 $a = 1$ 、 $K = +90$) か否かをチェック (ステップ 714)、 $m \cdot a < K$ であれば、 $m = m + 1$ として (ステップ 715)、ステップ 706 以降の処理を繰り返す。

【0066】このステップ 706 以降の処理の繰り返しにより、 $m = -90 \sim +90$ として $m \cdot a$ 度回転させた照合指紋の画像データを照合指紋の回転画像データとし、この照合指紋の回転画像データに 1 パターンずつ 2 次元離散的フーリエ変換が施されて照合フーリエ画像データとされ、この照合フーリエ画像データと登録フーリエ画像データとが合成され、これによって得られる合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理が行われたうえ 2 次元離散的フーリエ変換が施され、この 2 次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データに出現する相関成分エリアの各画素の相関成分の強度に基づいて登録指紋と照合指紋との照合が行われる。

【0067】すなわち、この実施の形態では、実質的に、登録指紋を固定とし、照合指紋を -90 度から 1 度ずつ正方向へ回転させながら、登録指紋と照合指紋との照合が行われる。この場合、 $+90$ 度に至る前に登録指紋と照合指紋とが一致すれば、すなわちステップ 712

において相関値がしきい値以上となれば、その時点で登録指紋と照合指紋との照合が終了する。これに対して、 $+90$ 度としてもまだ登録指紋と照合指紋とが一致しなければ、ステップ 712 での NO に応じ、登録指紋と照合指紋とが一致しないと判断され (ステップ 716)、その旨の表示が行われる。

【0068】〔実施の形態 4 : 第 4 発明〕 実施の形態 3 では、 $m = -90 \sim +90$ として $m \cdot a$ 度回転させた照合指紋の画像データを照合指紋の回転画像データとし、この照合指紋の回転画像データに 1 パターンずつ 2 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ画像データとし、この照合フーリエ画像データと登録フーリエ画像データとを合成するようにした。

【0069】これに対し、実施の形態 4 では、照合指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ画像データを作成し、 $m = -90 \sim +90$ として $m \cdot a$ 度回転させた照合フーリエ画像データを照合フーリエ回転画像データとし、この照合フーリエ回転画像データを 1 パターンずつ登録フーリエ画像データと合成するようにする。

【0070】すなわち、図 14 に示すように、図 13 のステップ 701、702、703、704 に対応してステップ 801、802、803、804 の処理を行い、ステップ 804 で得た照合指紋の画像データに 2 次元離散的フーリエ変換を施し (ステップ 805)、照合フーリエ画像データを得る。そして、 $m = i$ (この例では、 $i = -90$) とし (ステップ 806)、ステップ 805 で得た照合フーリエ画像データを $m \cdot a$ 度回転させ (ステップ 807)、この $m \cdot a$ 度回転させた照合フーリエ画像データを $m = i$ での照合フーリエ画像データとする。

【0071】そして、この照合フーリエ画像データとステップ 802 で読み出した登録フーリエ画像データとを合成し (ステップ 808)、これによって得られる合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理 (log 処理) を行い (ステップ 809)、この振幅抑制処理を行った合成フーリエ画像データに第 2 回目の 2 次元離散的フーリエ変換を施す (ステップ 810)。そして、ステップ 711 と同様の「相関値の算出」を行い (ステップ 811)、ステップ 811 で得た相関値を予め定められているしきい値と比較し (ステップ 812)、相関値がしきい値以上であれば、登録指紋と照合指紋とが一致したと判断する (ステップ 813)。相関値がしきい値以下であれば、 $m \cdot a < K$ (この例では、 $a = 1$ 、 $K = +90$) か否かをチェックのうえ (ステップ 814)、 $m \cdot a < K$ であれば、 $m = m + 1$ として (ステップ 815)、ステップ 807 以降の処理を繰り返す。

【0072】このステップ 807 以降の処理の繰り返しにより、 $m = -90 \sim +90$ として $m \cdot a$ 度回転させた照合フーリエ画像データを照合フーリエ回転画像データ

とし、この照合フーリエ回転画像データが1パターンずつ登録フーリエ画像データと合成され、これによって得られる合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理が行われたうゑ2次元離散的フーリエ変換が施され、この2次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データに出現する相関成分エリアの各画素の相関成分の強度に基づいて登録指紋と照合指紋との照合が行われる。

【0073】なお、この実施の形態4において、指紋登録時の処理動作は、実施の形態3と同じ(図12に示したフローチャートと同じ)であるので、その説明は省略する。この実施の形態でも、実施の形態3と同様、実質的に、登録指紋を固定とし、照合指紋を-90度から1度ずつ正方向へ回転させながら、登録指紋と照合指紋との照合が行われる。

【0074】また、上述した実施の形態2, 3, 4においても、実施の形態1で説明したような変形が自在であることは言うまでもない。すなわち、実施の形態3, 4では、図13, 図14に示したステップ710, 810にて2次元離散的フーリエ変換を行うようにしているが、2次元離散的逆フーリエ変換を行うようにしてもよい。また、合成前の登録指紋および照合指紋のフーリエ画像データにそれぞれ振幅抑制処理を行った後に合成する等としてもよい。また、振幅抑制処理は、必ずしも行わなくてもよい。

【0075】〔実施の形態5〕実施の形態1~4では、登録指紋と照合指紋との間で回転ずれがある場合でも登録指紋と照合指紋とが同一であるか否か識別できるようにするために、実質的に、登録指紋(照合指紋)を固定とし、照合指紋(登録指紋)を回転させながら登録指紋と照合指紋とを照合するようにした。

【0076】しかしながら、この方法では、登録指紋と照合指紋との間での回転ずれ量が分からないので、多数の回転パターンを作成しなければならない。また、作成された個々の回転パターンと固定パターンとの照合を逐次行わなければならない。このため、照合処理の負荷が重く、最終的な照合結果が得られるまでに過大な時間を必要とする。

【0077】そこで、この実施の形態5では、登録指紋の画像データRに2次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ画像データ R_f を作成し、照合指紋の画像データIに2次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ画像データ I_f を作成し、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f の座標系を極座標系に変換し、この極座標系に変換した登録フーリエ画像データ R_f と照合フーリエ画像データ I_f とを振幅抑制相関法によって照合(粗照合)する。そして、この照合過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求め、この求めた回転ずれ量 $\Delta\theta$ に基づいて登録指紋と照合指紋の何れか一方に回転ずれ補正を行ったう

えで、登録指紋と照合指紋とを振幅抑制相関法によって再度照合(精照合)する。このような方法で照合を行うことによって、照合処理の負荷を軽くし、照合結果が得られるまでの時間を短くすることができる。

【0078】以下、フローチャートを参照しながら、この実施の形態5での指紋照合動作について具体的に説明する。

〔指紋の登録〕この実施の形態5では、図15にそのフローチャートを示すように、図12のステップ601, 602, 603に対応してステップ151, 152, 153の処理を行い、ステップ153で得た登録指紋の画像データRを登録指紋の原画像データとして、IDナンバーと対応させてファイル化する(ステップ154)。なお、図12に示したフローチャートと同様にして、登録指紋の画像データRに2次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ画像データ R_f とし、この登録フーリエ画像データ R_f を登録指紋の原画像データとしてIDナンバーと対応させてファイル化するようにしてもよい。

【0079】〔指紋の照合(振幅そのまま+位相有り)〕指紋の照合は次のようにして行われる。IDナンバーを入力すると(図16に示すステップ161)、そのIDナンバーと対応してファイル化されている登録指紋の画像データRが読み出される(ステップ162:図17(a)参照)。また、照合指紋を入力し(ステップ163)、この照合指紋に対して縮小処理を行い(ステップ164)、照合指紋の画像データIを得る(図17(b)参照)。そして、ステップ162で読み出した登録指紋の画像データRに対し2次元離散的フーリエ変換を施して登録フーリエ画像データ R_f とし(ステップ165:図17(c)参照)、ステップ164で得た照合指紋の画像データIに対し2次元離散的フーリエ変換を施して照合フーリエ画像データ I_f とする(ステップ166:図17(d)参照)。

【0080】この登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f には振幅成分と位相成分とが含まれている。また、この登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f は、デカルト座標系すなわち(x, y)座標系とされている。

【0081】そして、ステップ165で得た登録フーリエ画像データ R_f の座標系を極座標系に変換し(ステップ167)、極座標系に変換された登録フーリエ画像データ R_f を得る(図17(e)参照)。また、ステップ166で得た照合フーリエ画像データ I_f の座標系を極座標系に変換し(ステップ168)、極座標系に変換された照合フーリエ画像データ I_f を得る(図17(f)参照)。ここで、極座標変換とは、デカルト座標系(x, y)を極座標系(r, θ)に変換する処理のことをいう。すなわち、図18(a)に示されるデカルト座標系($x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$)を図18(b)に示されるような極座標系($r = (x^2 + y^2)$)

、 $\theta = \tan^{-1} (y/x)$) に変換する処理のことをいう。

【0082】そして、ステップ167で得た極座標系とされた登録フーリエ画像データ R_r とステップ168で得た極座標系とされた照合フーリエ画像データ I_r とを振幅抑制相関法で照合する(ステップ169)。図19にその照合過程を示す。

【0083】この場合、極座標系とされた登録フーリエ画像データ R_r (図20(a)参照) および照合フーリエ画像データ I_r (図20(b)参照) に対して2次元離散的フーリエ変換を施し(ステップ169-1、169-2)、登録フーリエ画像データ R_{rf} (図20(c)参照) および照合フーリエ画像データ I_{rf} (図20(e)参照) を得る。

【0084】そして、この登録フーリエ画像データ R_{rf} および照合フーリエ画像データ I_{rf} とを合成し(ステップ169-3)、合成フーリエ画像データを得る。そして、この合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理を行い(ステップ169-4:図20(g)参照)、この振幅抑制処理を行った合成フーリエ画像データに2次元離散的フーリエ変換を施す(ステップ169-5:図20(h)、図17(g)参照、図20(h)=図17(g))。

【0085】なお、この実施の形態では、 R_{rf} と I_{rf} との合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理を行ったが、 R_{rf} および I_{rf} に対して振幅抑制処理を行って登録フーリエ画像データ R_{rf}' および照合フーリエ画像データ I_{rf}' とし(図20(d)、(f)参照)、この R_{rf}' と I_{rf}' とを合成するようにしてもよい。図20(d)、(f)、(g)では、振幅抑制で全ての振幅を1、すなわち位相のみとしている。

【0086】そして、この2次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データより所定の相関成分エリアの各画素の相関成分の強度(振幅)をスキャンし、各画素の相関成分の強度のヒストグラムを求め、このヒストグラムより相関成分の強度の高い上位 n 画素を抽出し、この抽出した n 画素の相関成分の強度の平均を相関値(スコア)として求める(ステップ169-6)。この場合、求まった相関値が高ければ、粗くではあるが登録指紋と照合指紋とが一致したと判断(粗照合)することが可能である。但し、この実施の形態5では、この粗照合での照合結果は使用しない。

【0087】そして、先の2次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データより相関成分の強度の最も高い画素を相関ピークとして求め、この相関ピークの位置から登録指紋と照合指紋との回転ずれ量 $\Delta\theta$ 、すなわち登録指紋の画像データ R と照合指紋の画像データ I との回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求める(ステップ169-7)。

【0088】図17(g)では相関ピークとしてP1が

出現している。この相関ピークP1と相関エリアの中心との位置関係から回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求める。すなわち、図における領域中の相関ピークP1の縦方向の位置から回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求める。この場合、領域中の縦方向の上限位置が $\Delta\theta = +180^\circ$ 、下限位置が $\Delta\theta = -180^\circ$ を示す。

【0089】そして、この登録指紋の画像データ R と照合指紋の画像データ I との回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求めた後、この求めた回転ずれ量 $\Delta\theta$ に基づいて照合指紋の画像データ I の回転ずれの補正を行い、登録指紋と照合指紋とを振幅抑制相関法によって再度照合する(ステップ170)。図21にその再照合過程を示す。

【0090】この場合、照合指紋の画像データ I に対して回転ずれ量 $\Delta\theta$ の補正を行い(ステップ171-1)、登録指紋の画像データ R とその回転角度を合致させた画像データ I_{θ} を得る(図22(a)および(b)参照)。そして、この照合指紋の画像データ I_{θ} に対して2次元離散的フーリエ変換を施し(ステップ170-2)、照合フーリエ画像データ $I_{\theta f}$ を得る(図22(e)参照)。

【0091】そして、この照合フーリエ画像データ $I_{\theta f}$ と先のステップ165で得られている登録フーリエ画像データ R_r (図22(c)参照) とを合成し(ステップ170-3)、合成フーリエ画像データを得る。そして、この合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理を行い(ステップ170-4)、この振幅抑制処理を行った合成フーリエ画像データ(図22(g)参照)に2次元離散的フーリエ変換を施す(ステップ170-5)。

【0092】そして、この2次元離散的フーリエ変換の施された合成フーリエ画像データ(図22(h)参照)より所定の相関成分エリアの各画素の相関成分の強度(振幅)をスキャンし、各画素の相関成分の強度のヒストグラムを求め、このヒストグラムより相関成分の強度の高い上位 n 画素を抽出し、この抽出した n 画素の相関成分の強度の平均を相関値(スコア)として求める(ステップ170-6)。

【0093】そして、ステップ170-6で得た相関値を予め定められているしきい値と比較し(ステップ170-7)、相関値がしきい値以上であれば、登録指紋と照合指紋とが一致したと判断する(ステップ170-8)。相関値がしきい値以下であれば、登録指紋と照合指紋とは一致しないと判断する(ステップ170-9)。これによって、登録指紋と照合指紋との精照合が行われる。

【0094】なお、この実施の形態では、 R_r と $I_{\theta f}$ との合成フーリエ画像データに対して振幅抑制処理を行ったが、 R_r および $I_{\theta f}$ に対して振幅抑制処理を行って登録フーリエ画像データ R_r' および照合フーリエ画像データ $I_{\theta f}'$ とし(図22(d)、(f)参照)、この R_r'

r_f' と $I_{f,f}'$ とを合成するようにしてもよい。図 2 2 (d), (f), (g) では、振幅抑制で全ての振幅を 1、すなわち位相のみとしている。

【0095】また、図 2 1 では、照合指紋の画像データ I に対して回転ずれの補正を行って登録指紋と照合指紋とを再度照合するようにしたが、登録指紋の画像データ R に対して回転ずれの補正を行って登録指紋と照合指紋とを再度照合するようにしてもよい。

【0096】〔実施の形態 6-1: 第 9 発明 (振幅抑制 + 位相有り)〕実施の形態 5 では、粗照合において、振幅成分 (振幅そのまま) と位相成分とが含まれている登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f について、その座標系を極座標系に変換した (図 1 6 におけるステップ 1 6 5 ~ 1 6 8)。

【0097】これに対して、実施の形態 6-1 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対し振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} について、その座標系を極座標系に変換する。図 2 3 にこの場合のフローチャートを示す。

【0098】図 1 6 に示したフローチャートと比較して分かるように、この実施の形態では、ステップ 1 7 1, 1 7 2 を付加し、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して振幅抑制処理を行い (ステップ 1 7 1, 1 7 2)、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} の座標系を極座標系に変換して R_{fL}' および I_{fL}' を得る (ステップ 1 6 7, 1 6 8)。

【0099】この実施の形態 6-1 によれば、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して振幅抑制処理を行うことによって、照度変化の影響を受けにくくなり、登録時と照合時で照度に差があっても高精度での照合が可能となる。

【0100】なお、この実施の形態 6-1 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} の座標系を極座標系に変換したが、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f の座標系を極座標系に変換した後、この極座標系に変換された登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に振幅抑制処理を行って R_{fL} および I_{fL} を得るようにしてもよい。

【0101】〔実施の形態 6-2: 第 10 発明 (振幅抑制 + 位相の符号 (±) を振幅に付ける)〕実施の形態 6-1 では、粗照合において、振幅抑制された振幅成分と位相成分とが含まれている登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} について、その座標系を極座標系に変換した (図 2 3 におけるステップ 1 6 7, 1 6 8)。

【0102】これに対して、実施の形態 6-2 では、振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} に対し、それぞれの位相の符号をそれぞれ振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ (R_{fL}' , I_{fL}') を抽出する。この R_{fL}' , I_{fL}' についてその座標系を極座標系に変換する。図 2 4 にこの場合のフローチャートを示す。

【0103】図 2 3 に示したフローチャートと比較して分かるように、この実施の形態では、ステップ 1 7 3, 1 7 4 を付加し、振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} に対し、それぞれの位相の符号をそれぞれ振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ (R_{fL}' , I_{fL}') を抽出したうえで、その座標系を極座標系に変換して R_{fL}' および I_{fL}' を得る (ステップ 1 6 7, 1 6 8)。

【0104】この実施の形態 6-2 によれば、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対してそれぞれの位相の符号を、それぞれ振幅に付加し、符号付き振幅成分のみを抽出することによって、位相の不連続性による誤差の影響を受けにくくなり、登録時と照合時で位置ずれ等の誤差があっても高精度での照合が可能となる。

【0105】なお、この実施の形態 6-1 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} に対して、それぞれの位相の符号をそれぞれの振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ抽出したうえで、その座標系を極座標系に変換したが、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f の座標系を極座標系に変換した後、この極座標系に変換された登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に振幅抑制処理を行って、それぞれの位相の符号をそれぞれの振幅に付加し、符号付き振幅成分のみ抽出し、 R_{fL}' および I_{fL}' を得るようにしてもよい。但し、この実施の形態 6-2 では、相関成分エリアの各画素の相関成分の強度を振幅でなく、複素数の実部のままとし、相関値 (スコア) を求める。

【0106】〔実施の形態 7: 第 11 発明 (振幅抑制 + 位相無し)〕実施の形態 6-1 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対し振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL} および照合フーリエ画像データ I_{fL} について、その座標系を極座標系に変換した。

【0107】これに対して、実施の形態 7 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して位相成分を除去し、この位相成分の除去された登録フーリエ画像データ R_f' および照合フーリエ画像データ I_f' に対して振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL}' および照

合フーリエ画像データ I_{fL}' について、その座標系を極座標系に変換する。但し、ここでの振幅抑制処理では、すべての振幅を 1 とする振幅抑制処理とせず、log 処理や $\sqrt{\quad}$ 処理とする。図 25 にこの場合のフローチャートを示す。

【0108】図 16 のフローチャートと比較して分かるように、この実施の形態では、ステップ 175、176、177、178 を付加し、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して振幅成分のみを抽出（位相成分をカット）し（ステップ 175、176）、この位相成分の除去された登録フーリエ画像データ R_f' および照合フーリエ画像データ I_f' に対して振幅抑制処理を行い（ステップ 177、178）、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL}' および照合フーリエ画像データ I_{fL}' の座標系を極座標系に変換して R_{fL}' および I_{fL}' を得る（ステップ 167、168）。

【0109】この実施の形態 7 によれば、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して位相成分を除去したうえで振幅抑制処理を行うことによって、照度変化の影響を受けにくくなり、登録時と照合時で照度に差があっても高精度での照合が可能となるのに加えて、極座標変換して振幅抑制相関法で相関ピークを求める際の性能が向上するという効果が得られる。すなわち、位相は各画素の連続性が乏しく、逆に振幅は各画素の連続性がよい。したがって、位相成分を除去することによって、極座標変換して振幅抑制相関法で相関ピークを求める際の性能が向上する。

【0110】但し、この時、図 26 に示すように、相関成分エリア上では相関ピークとして P1、P2 が出現している。これは振幅スペクトルが点対称であることによる。この相関ピーク P1、P2 のうちの 1 つを、マスク処理を行うことによって回転方向を含めた回転ずれ量 $\Delta\theta$ を示す正規の相関ピークと判定し、この判定した相関ピークから回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求める。例えば、相関ピーク P1 が正規の相関ピークと判定されれば、図における領域中の相関ピーク P1 の縦方向の位置から回転ずれ量 $\Delta\theta$ を求める。この場合、領域中の縦方向の上限位置が $\Delta\theta = +180^\circ$ 、下限位置が $\Delta\theta = -180^\circ$ を示す。

【0111】なお、この実施の形態では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して位相成分を除去したうえで振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL}' および照合フーリエ画像データ I_{fL}' の座標系を極座標系に変換したが、位相成分の除去された登録フーリエ画像データ R_f' および照合フーリエ画像データ I_f' の座標系を極座標系に変換した後、この極座標系に変換された登録フーリエ画像データ R_{fL}' および照合フーリエ画像データ I_{fL}' に振幅抑制処理を行って R_{fL}' および I_{fL}'

I_{fL}' を得るようにしてもよい。

【0112】〔実施の形態 8 : (振幅そのまま + 位相無し)〕実施の形態 7 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して位相成分を除去したうえで振幅抑制処理を行い、この振幅抑制処理された登録フーリエ画像データ R_{fL}' および照合フーリエ画像データ I_{fL}' について、その座標系を極座標系に変換した。

【0113】これに対して、実施の形態 8 では、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して位相成分を除去し、この位相成分が除去された登録フーリエ画像データ R_f' および照合フーリエ画像データ I_f' について、すなわち振幅成分をそのままとして位相成分のみが除去された登録フーリエ画像データ R_f' および照合フーリエ画像データ I_f' について、その座標系を極座標系に変換する。図 27 にこの場合のフローチャートを示す。

【0114】図 16 のフローチャートと比較して分かるように、この実施の形態では、（ステップ）175、176 を付加し、登録フーリエ画像データ R_f および照合フーリエ画像データ I_f に対して振幅成分のみを抽出（位相成分をカット）し（ステップ 175、176）、この位相成分の除去された登録フーリエ画像データ R_f' および照合フーリエ画像データ I_f' の座標系を極座標系に変換して R_{fL}' および I_{fL}' を得る（ステップ 167、168）。

【0115】この実施の形態 8 によれば、登録フーリエ画像データ (R_f) および照合フーリエ画像データ (I_f) に対して位相成分を除去することにより、実施の形態 7 と同様、極座標変換して振幅抑制相関法で相関ピークを求める際の性能が向上するという効果が得られる。

【0116】〔実施の形態 9 : 第 12 発明〕実施の形態 5 ~ 8 では、ステップ 169 より直ちにステップ 170 へ進むものとしたが、すなわち粗照合での照合結果を使用せずに直ちに精照合へ進むものとしたが、粗照合において登録指紋と照合指紋とが不一致という結果が得られた場合にのみ精照合へ進むようにしてもよい。

【0117】すなわち、図 16、図 23、図 24、図 25、図 27 におけるステップ 170 を図 28 に示すような処理内容としてもよい。この場合、粗照合で得た相関値を予め定められたしきい値と比較し（ステップ 170 - 0）、相関値がしきい値よりも大きい場合には直ちに登録指紋と照合指紋とが一致したと判断する（ステップ 170 - 9）。これに対して、相関値がしきい値よりも小さい場合には、粗照合における照合結果が「不一致」であるとして、ステップ 170 - 1 以降の精照合へ進む。

【0118】この実施の形態 9 によれば、粗照合で「一致」と判断された場合、その時点で直ちに照合結果が得られる。これにより登録指紋と照合指紋とが合致する場

合の照合スピードがアップする。また、この実施の形態 9 によれば、粗照合で「不一致」と判断された場合、その時点で照合結果を出さずに精照合へ移行する。これにより、粗照合と精照合とが組み合わせられ、照合精度がアップする。

【0119】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように本発明によれば、第 1 発明、第 2 発明、第 5 発明、第 6 発明によれば、実質的に照合指紋を固定とし登録指紋を回転させながら登録指紋と照合指紋との照合が行われるものとなり、また、第 3 発明、第 4 発明、第 7 発明、第 8 発明によれば、実質的に登録指紋を固定とし照合指紋を回転させながら登録指紋と照合指紋との照合が行われるものとなり、登録パターンと照合パターンとの間に回転ずれがあっても、登録パターンと照合パターンとが同一であるか否かを識別することができるようになる。

【0120】また、第 9 ～ 第 11 発明によれば、粗照合の過程で得られる相関ピークの位置から両者の回転ずれ量 $\Delta \theta$ が求められ、この求められた回転ずれ量 $\Delta \theta$ に基づいて登録指紋と照合指紋の何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえで、登録指紋と照合指紋とが振幅抑制相関法によって再度照合（精照合）されるものとなり、照合処理の負荷を軽くし、照合結果が得られるまでの時間を短くすることができる。

【0121】また、第 12 発明によれば、粗照合の過程で得られる相関ピークの相関値が所定のしきい値より大きければ、その時点で直ちに照合結果が得られるものとなり、登録パターンと照合パターンとが合致する場合の照合スピードがアップする。また、粗照合の過程で得られる相関ピークの相関値が所定のしきい値より小さければ、その相関ピークの位置から両者の回転ずれ量（ $\Delta \theta$ ）が求められ、この求められた回転ずれ量（ $\Delta \theta$ ）に基づいて登録パターンと照合パターンの何れか一方に回転ずれ補正を行ったうえで、登録パターンと照合パターンとが振幅抑制相関法によって再度照合される（精照合）ものとなり、粗照合と精照合とが組み合わせられて照合精度がアップする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る指紋照合装置における登録指紋と照合指紋とが一致すると判断される場合の指紋照合状況を示す図である。

【図 2】 この指紋照合装置のブロック構成図である。

【図 3】 この指紋照合装置における指紋登録動作（実施の形態 1）を説明するためのフローチャートである。

【図 4】 この指紋照合装置における指紋照合動作（実施の形態 1）を説明するためのフローチャートである。

【図 5】 画像データに対する縮小処理を説明するための図である。

【図 6】 相関成分エリアの一部における各画素の相関成分の強度の数値例を示す図である。

【図 7】 実験結果から求められた本人対本人、本人対他人、それぞれの相関値の相対度数分布図である。

【図 8】 振幅抑制処理を行わなかった場合の本人対本人、本人対他人、それぞれの相関値の相対度数分布図である。

【図 9】 実施の形態 1 における指紋登録動作および指紋照合動作の他の例を説明するためのフローチャートである。

【図 10】 照合指紋が他人である場合の指紋照合状況を図 1 と対応して示す図である。

【図 11】 実施の形態 2 における指紋登録動作を説明するためのフローチャートである。

【図 12】 実施の形態 3 における指紋登録動作を説明するためのフローチャートである。

【図 13】 実施の形態 3 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 14】 実施の形態 4 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 15】 実施の形態 5 における指紋登録動作を説明するためのフローチャートである。

【図 16】 実施の形態 5 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 17】 実施の形態 5 における粗照合過程を説明するための図である。

【図 18】 デカルト座標系からの極座標系への変換を説明するための図である。

【図 19】 図 16 に示したステップ 169 での処理内容を示すフローチャートである。

【図 20】 粗照合過程での極座標変換されてからの処理を説明する図である。

【図 21】 図 16 に示したステップ 170 での処理内容を示すフローチャートである。

【図 22】 実施の形態 5 における精照合過程を説明するための図である。

【図 23】 実施の形態 6-1 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 24】 実施の形態 6-2 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 25】 実施の形態 7 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 26】 実施の形態 7 における指紋照合過程を説明するための図である。

【図 27】 実施の形態 8 における指紋照合動作を説明するためのフローチャートである。

【図 28】 実施の形態 9 を説明するためのフローチャートである。

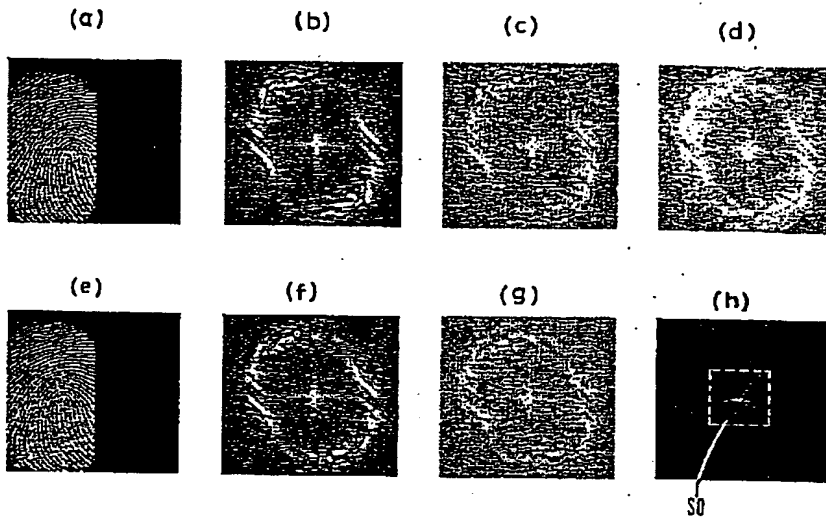
【符号の説明】

10…操作部、20…コントロール部、10-1…テンキー、10-2…ディスプレイ（LCD）、10-3…指紋センサ、10-31…光源、10-32、プリズ

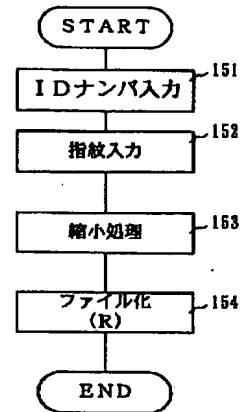
ム、10-33…CCDカメラ、20-1…制御部、20-2…ROM、20-3…RAM、20-4…ハードディスク(HD)、20-5…フレームメモリ(F

M)、20-6…外部接続部(I/F)、20-7…フーリエ変換部(FFT)。

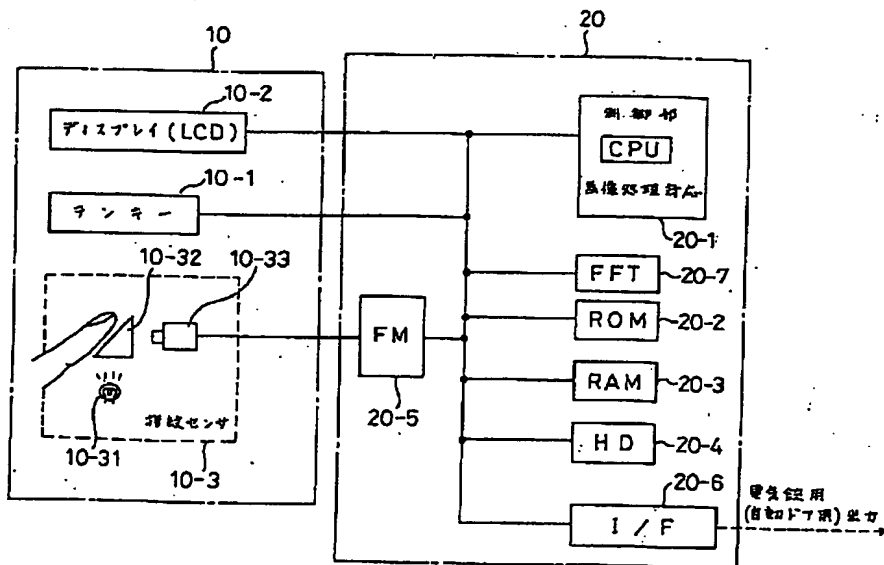
【図1】



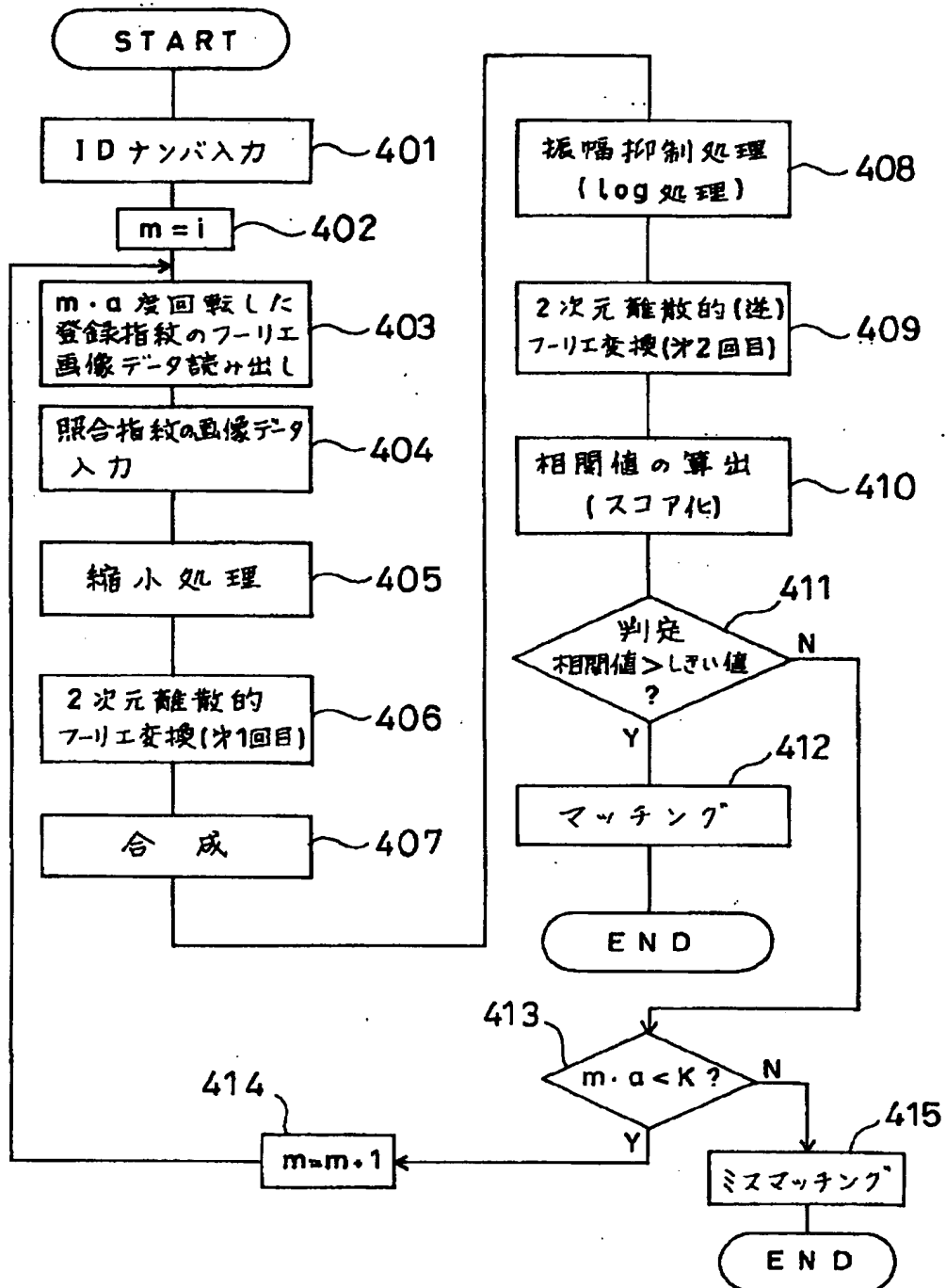
【図15】



【図2】



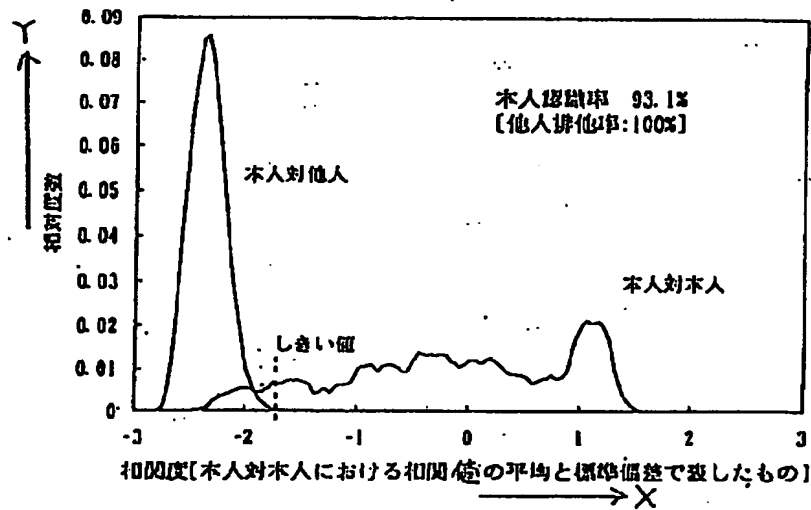
【図 4】



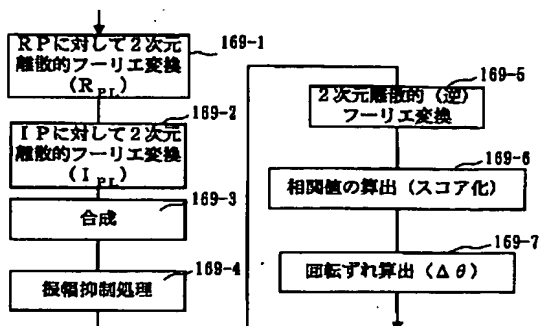
【図 6】

85	95	20	59	45	56	33	14	4	42	25	22	35	19	9
153	26	71	142	23	21	59	82	13	110	12	27	39	50	26
32	117	153	18	28	27	0	96	38	66	2	28	57	62	24
86	135	14	42	54	7	37	46	5	50	98	28	44	7	38
133	5	13	69	37	21	42	75	86	45	42	5	18	90	47
100	9	56	20	1	61	4	44	110	48	27	38	42	18	119
122	117	89	50	32	126	30	31	38	31	62	54	45	8	9
133	90	27	24	46	142	12	9	99	28	70	34	31	51	16
50	91	184	97	54	10	4	44	43	88	100	33	17	72	72
198	150	2	18	24	2	253	107	153	11	59	66	27	137	50
198	183	25	206	202	12	366	78	18	296	204	44	21	158	96
198	106	86	189	154	127	632	206	241	245	153	66	46	38	9
50	43	108	122	27	111	950	123	276	64	21	39	88	33	2
133	66	132	274	9	17	159	272	182	54	52	67	44	146	7
122	142	31	80	102	120	189	36	84	35	44	81	49	9	38
100	0	21	162	215	12	0	31	78	19	144	38	79	1	1
133	258	50	111	32	65	16	51	3	22	23	34	18	89	6
55	82	50	120	12	27	37	17	57	5	22	69	47	24	37
55	82	31	82	129	38	22	48	50	27	42	22	20	7	18
153	80	10	3	75	32	10	95	35	28	15	72	42	19	74
5	79	41	38	44	36	6	37	23	33	47	85	67	63	10
38	17	3	7	5	6	30	14	41	30	33	32	47	52	31
77	32	28	34	34	87	0	17	65	52	35	26	84	45	45
23	49	26	20	0	14	11	96	11	21	45	135	55	2	77

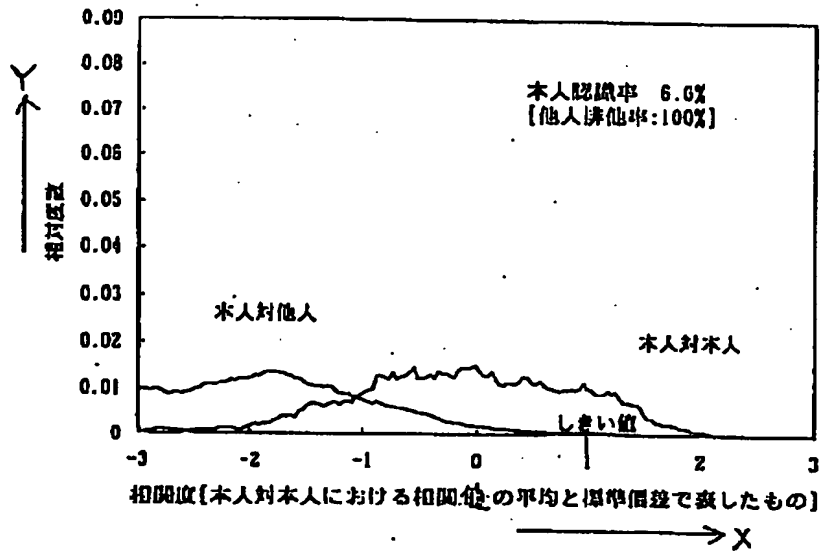
【図 7】



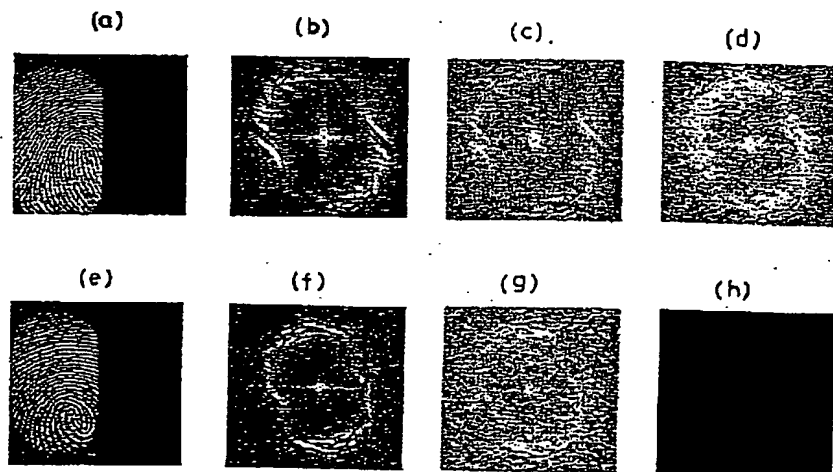
【図 19】



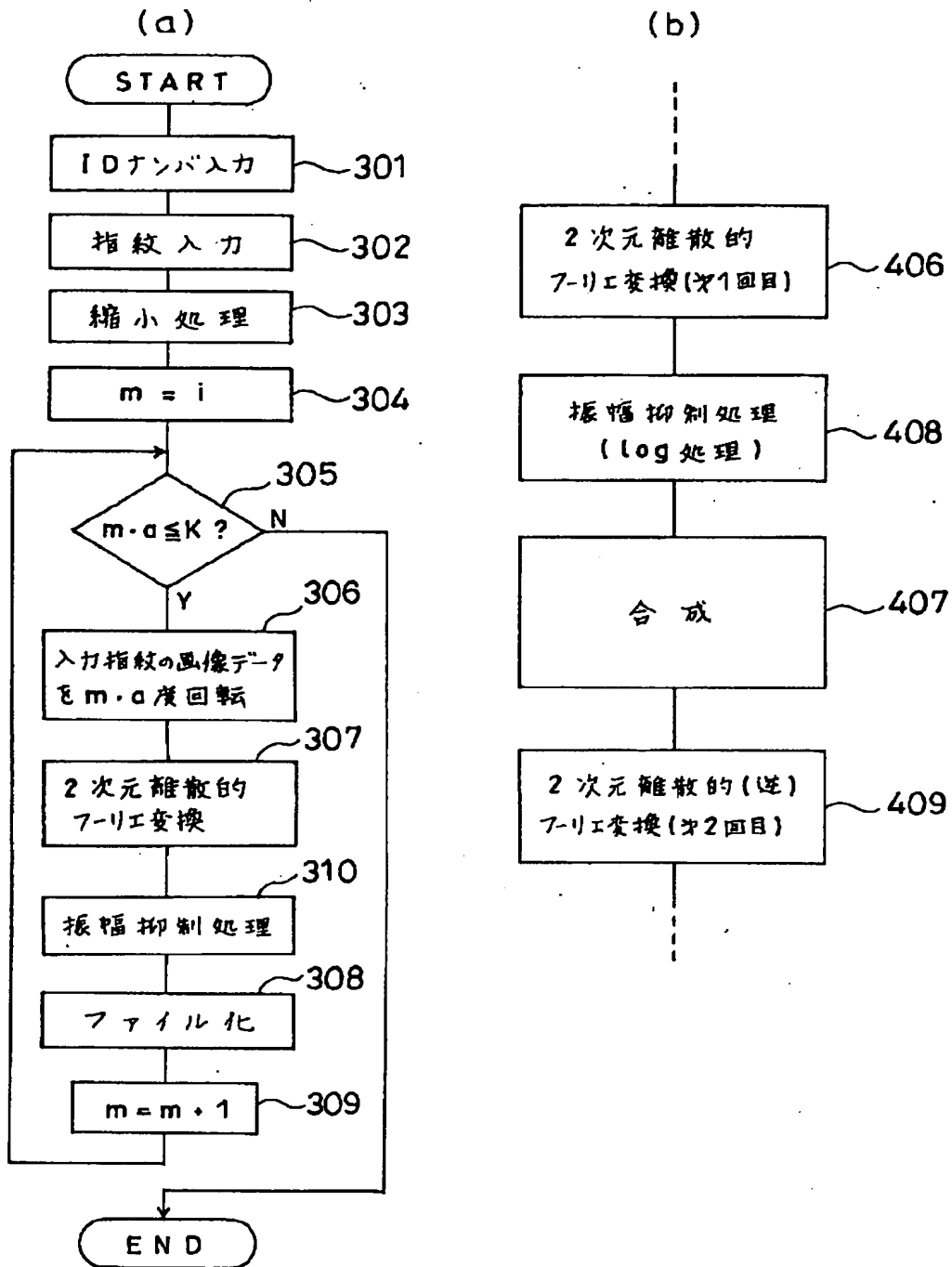
【図8】



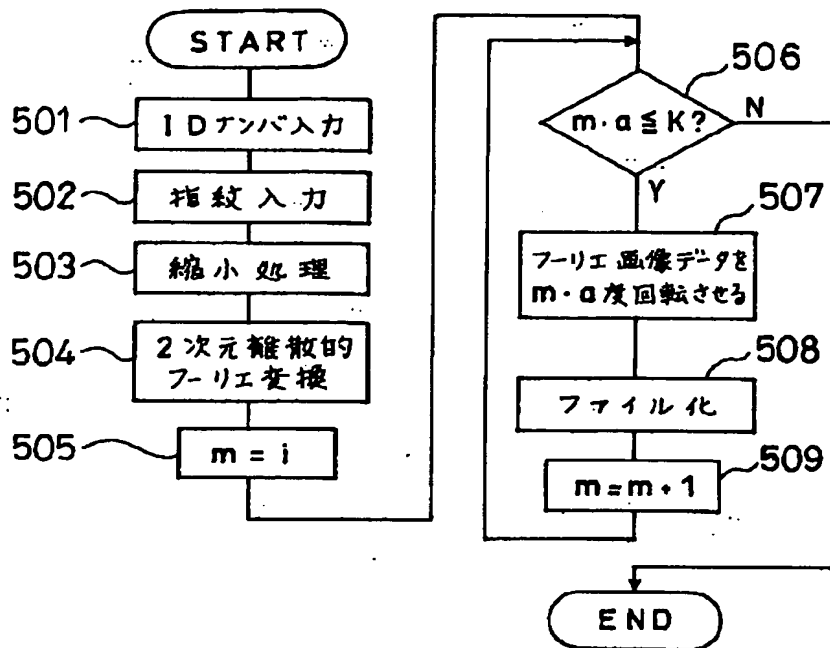
【図10】



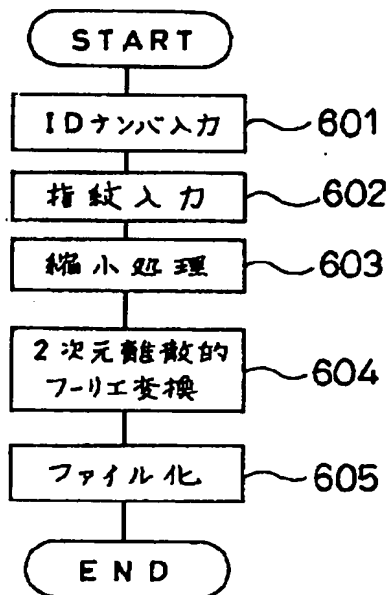
【図 9】



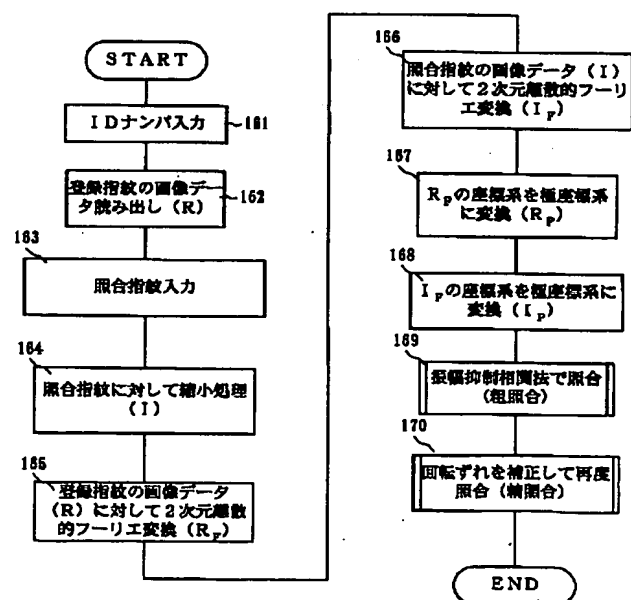
【図 11】



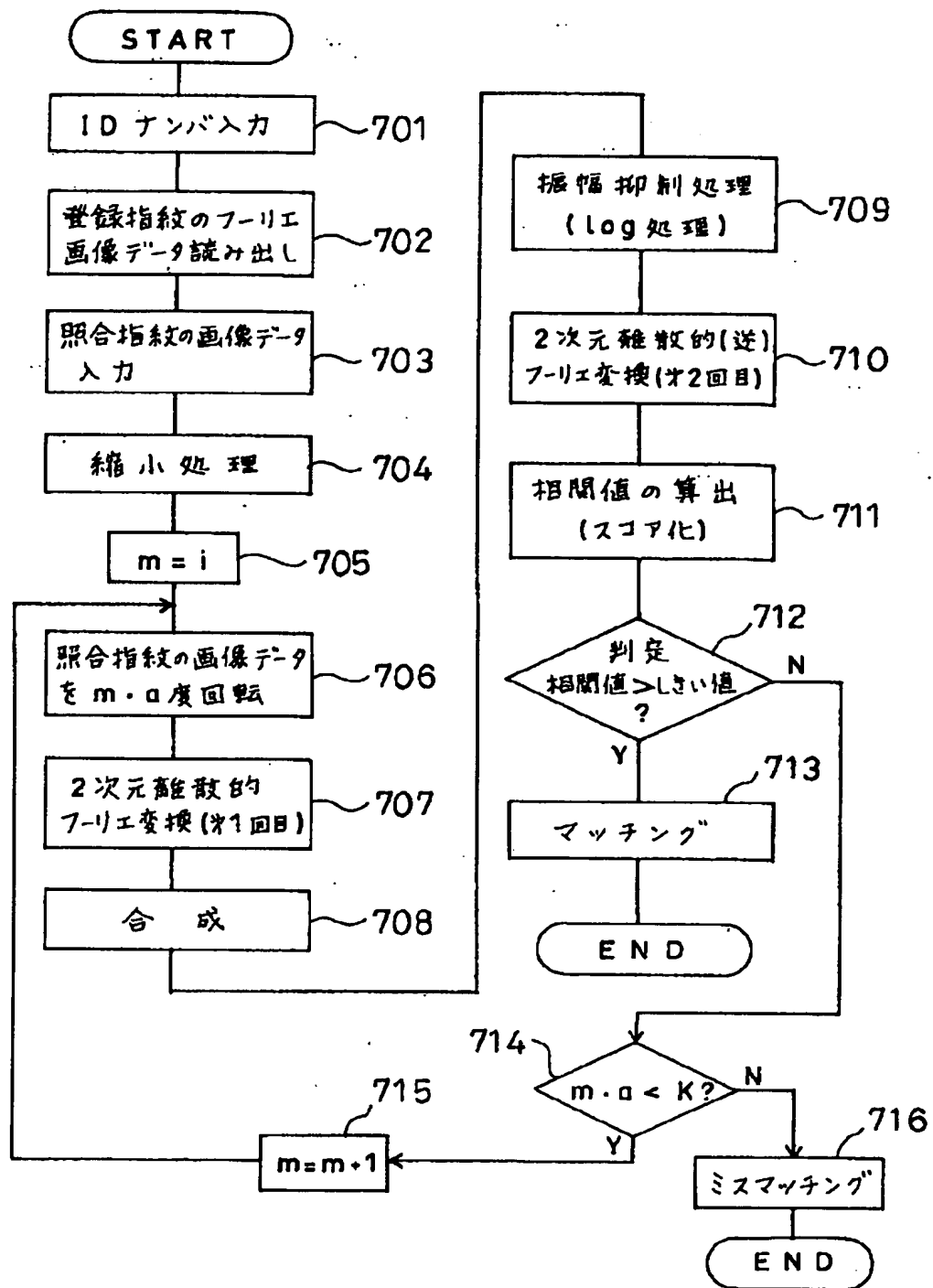
【図 12】



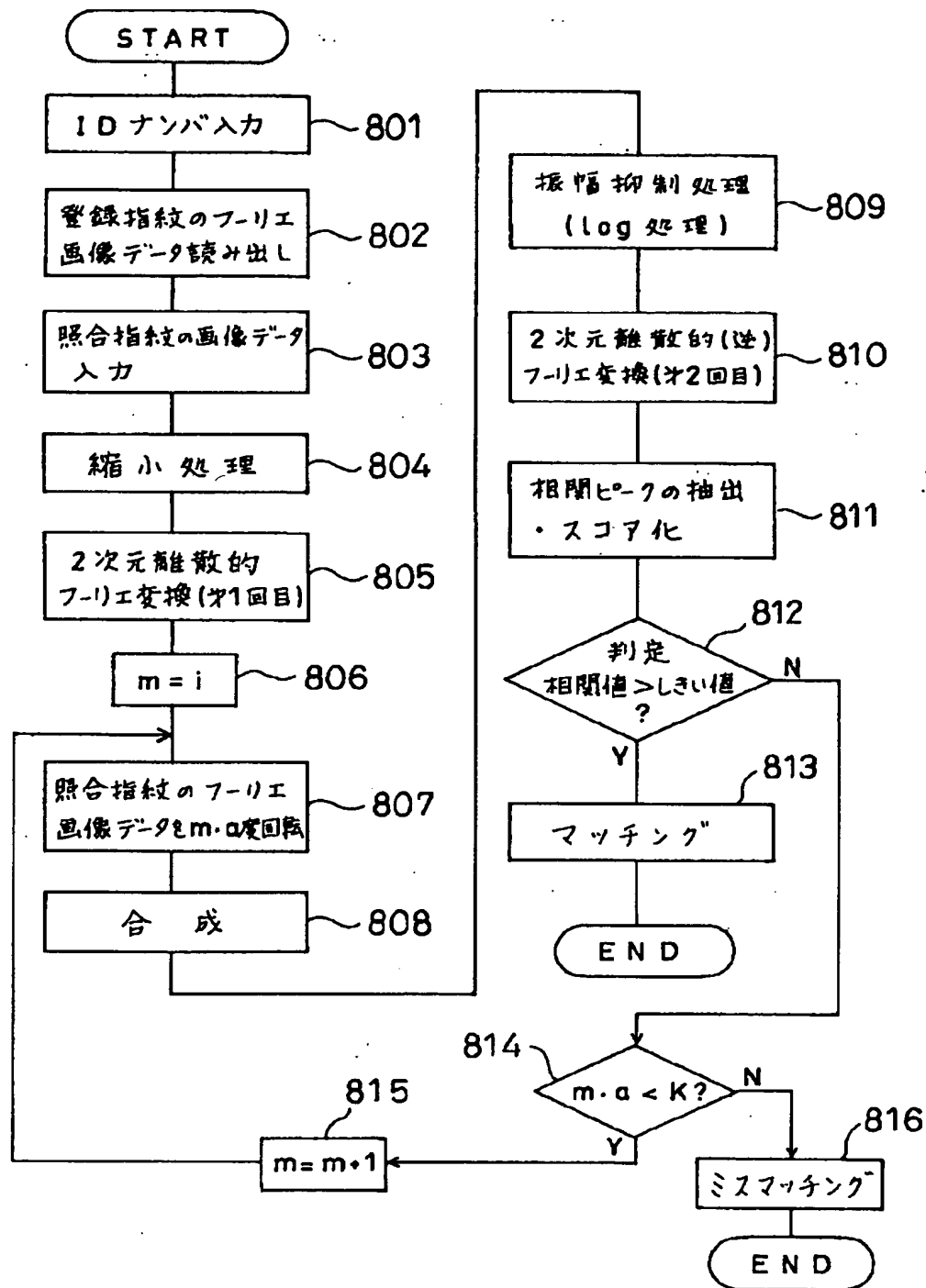
【図 16】



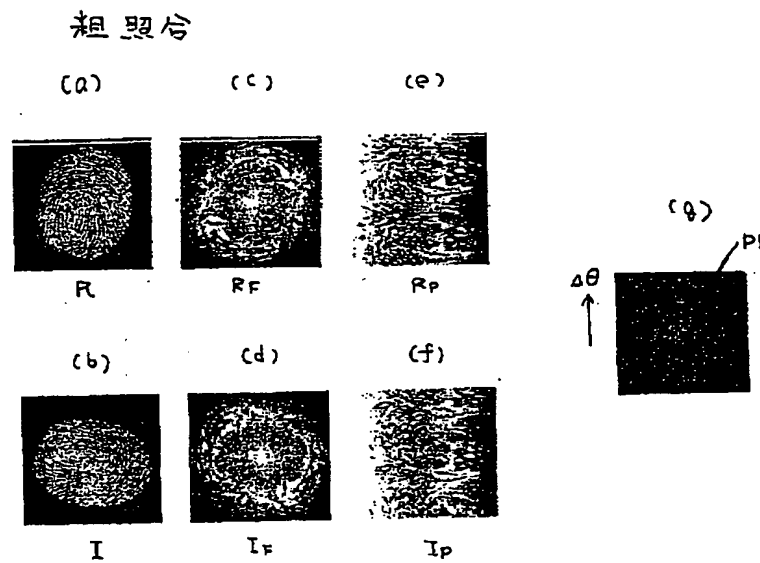
【図13】



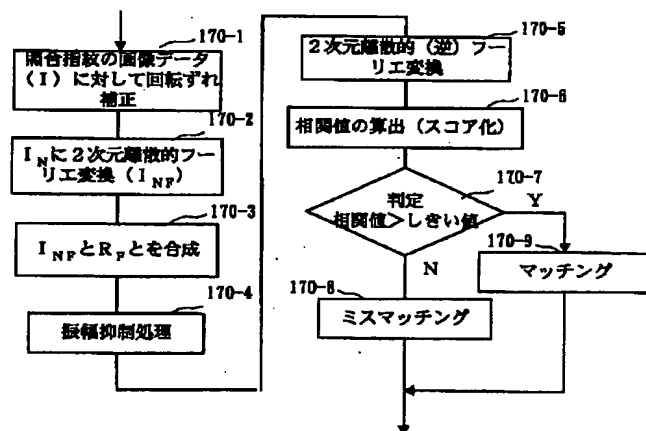
【図 14】



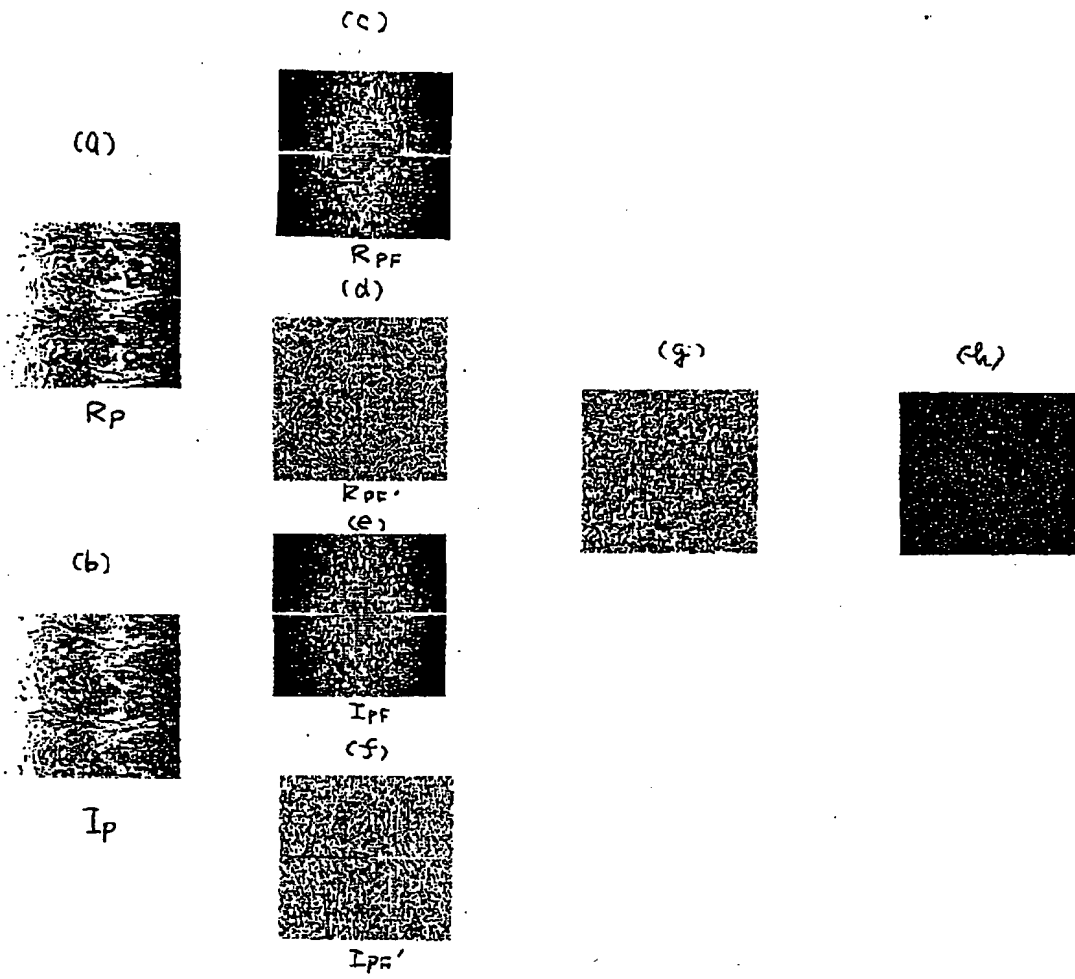
【図 17】



【図 21】

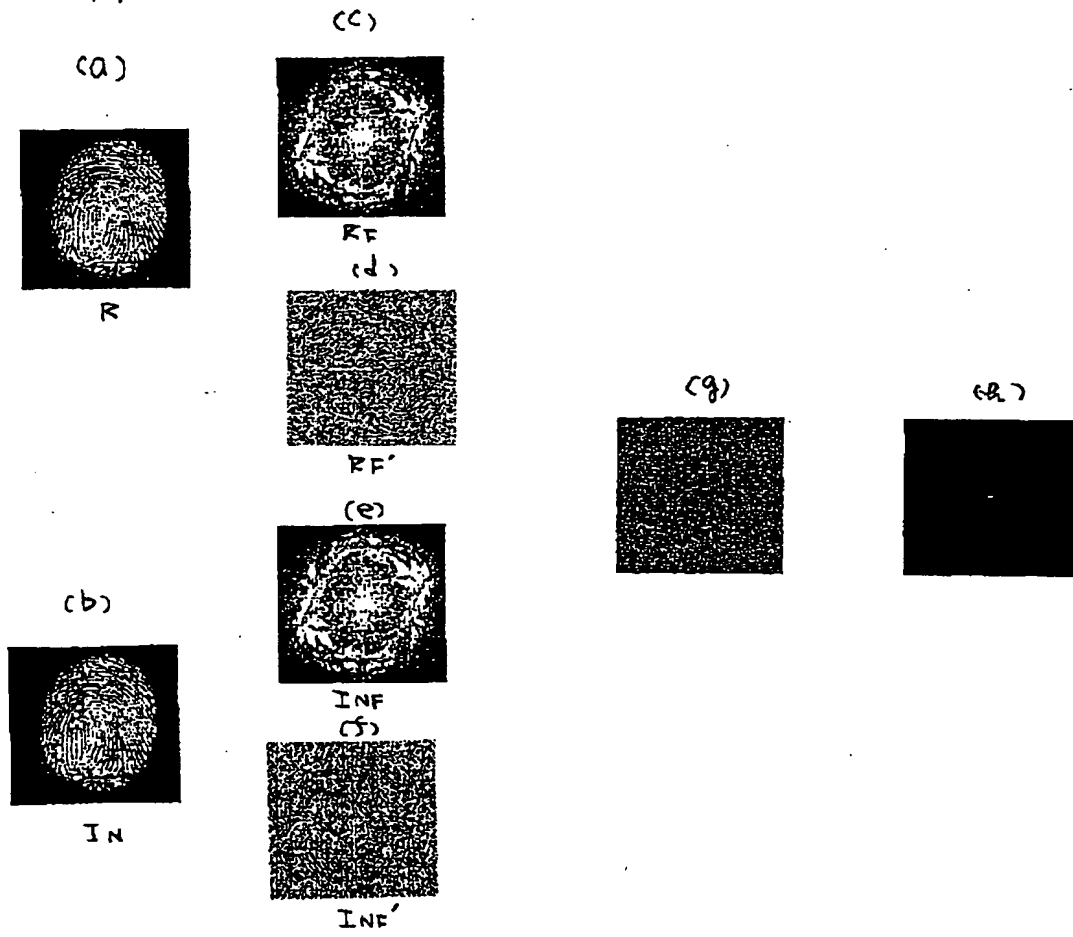


【図 20】

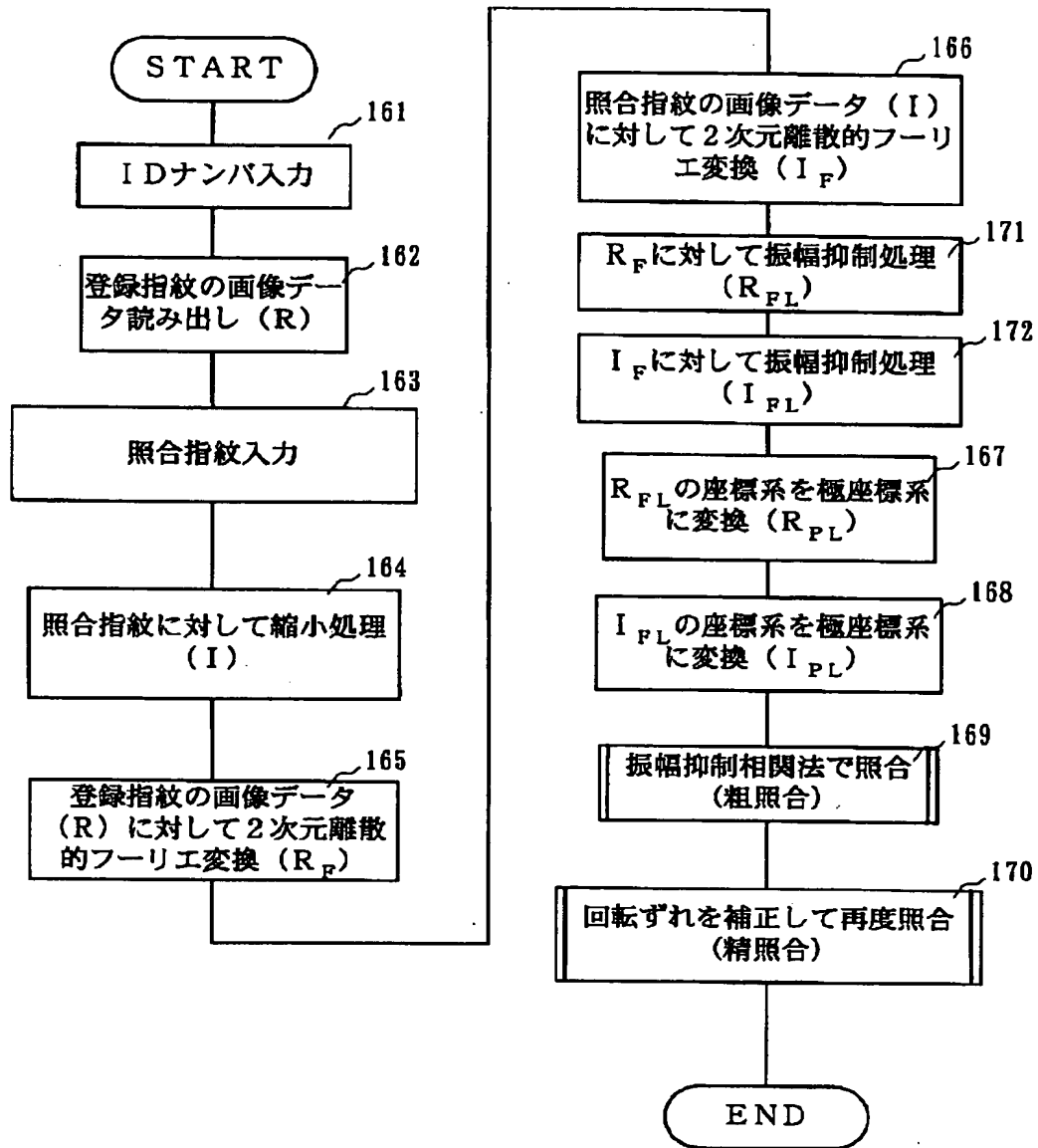


【図 2 2】

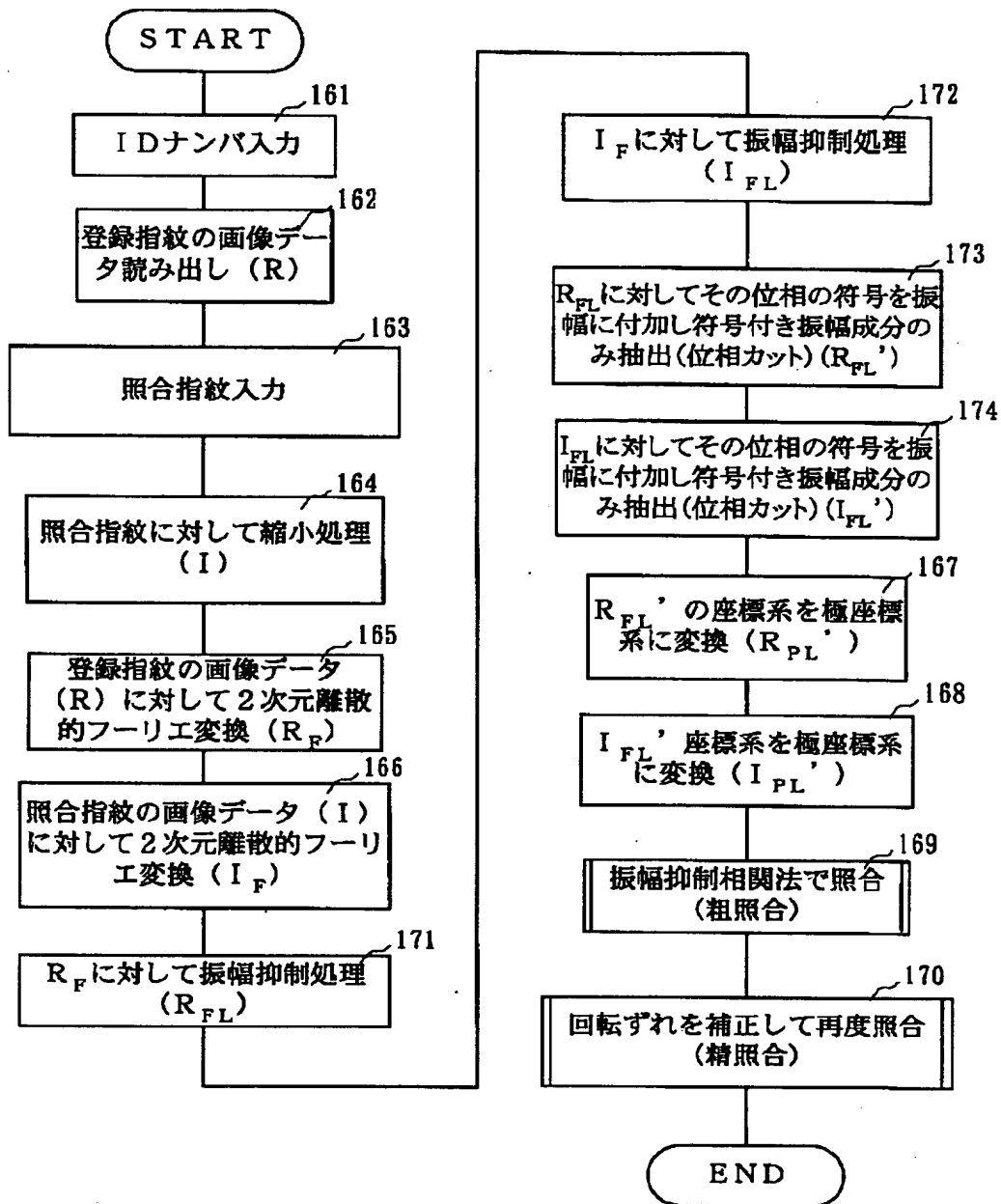
精照合



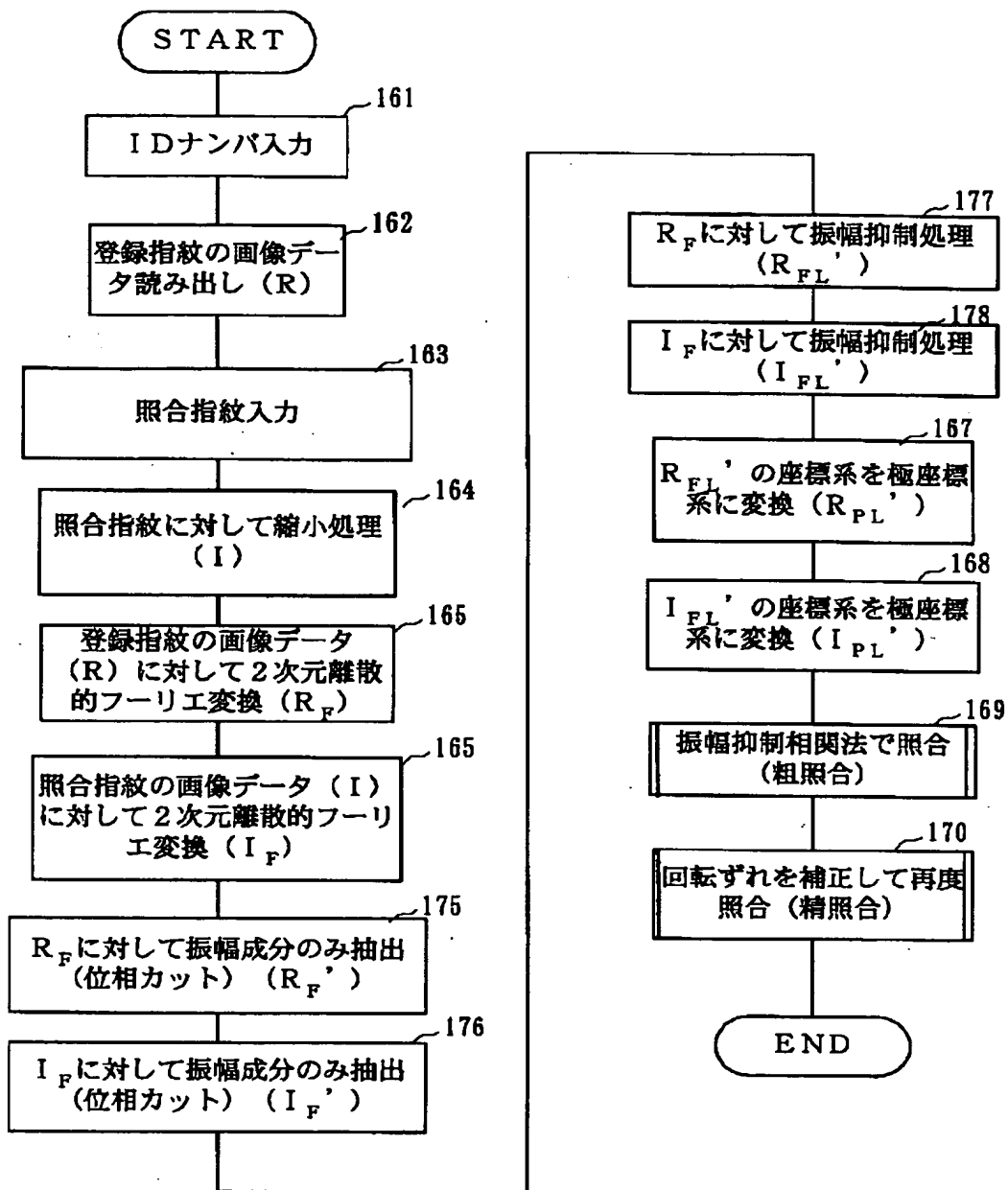
【図 2 3】



【図 2 4】

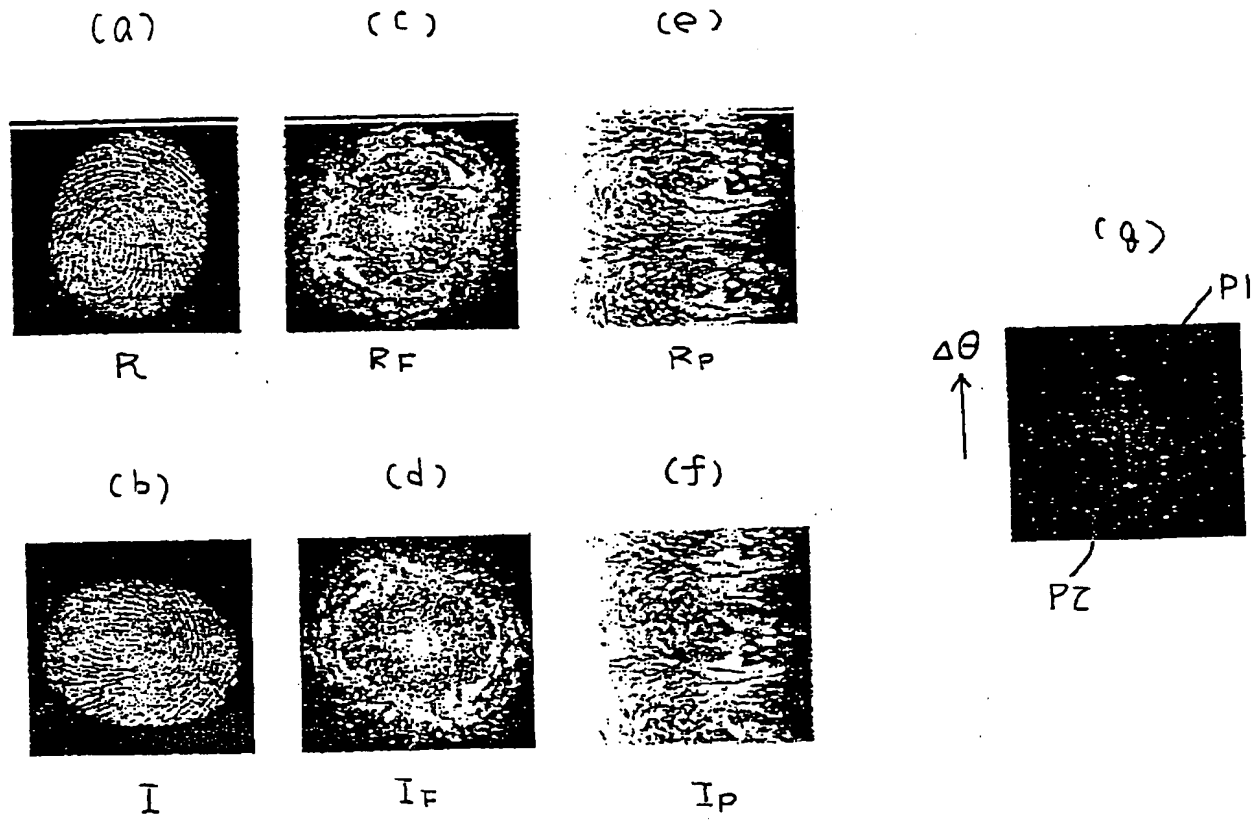


【図 25】

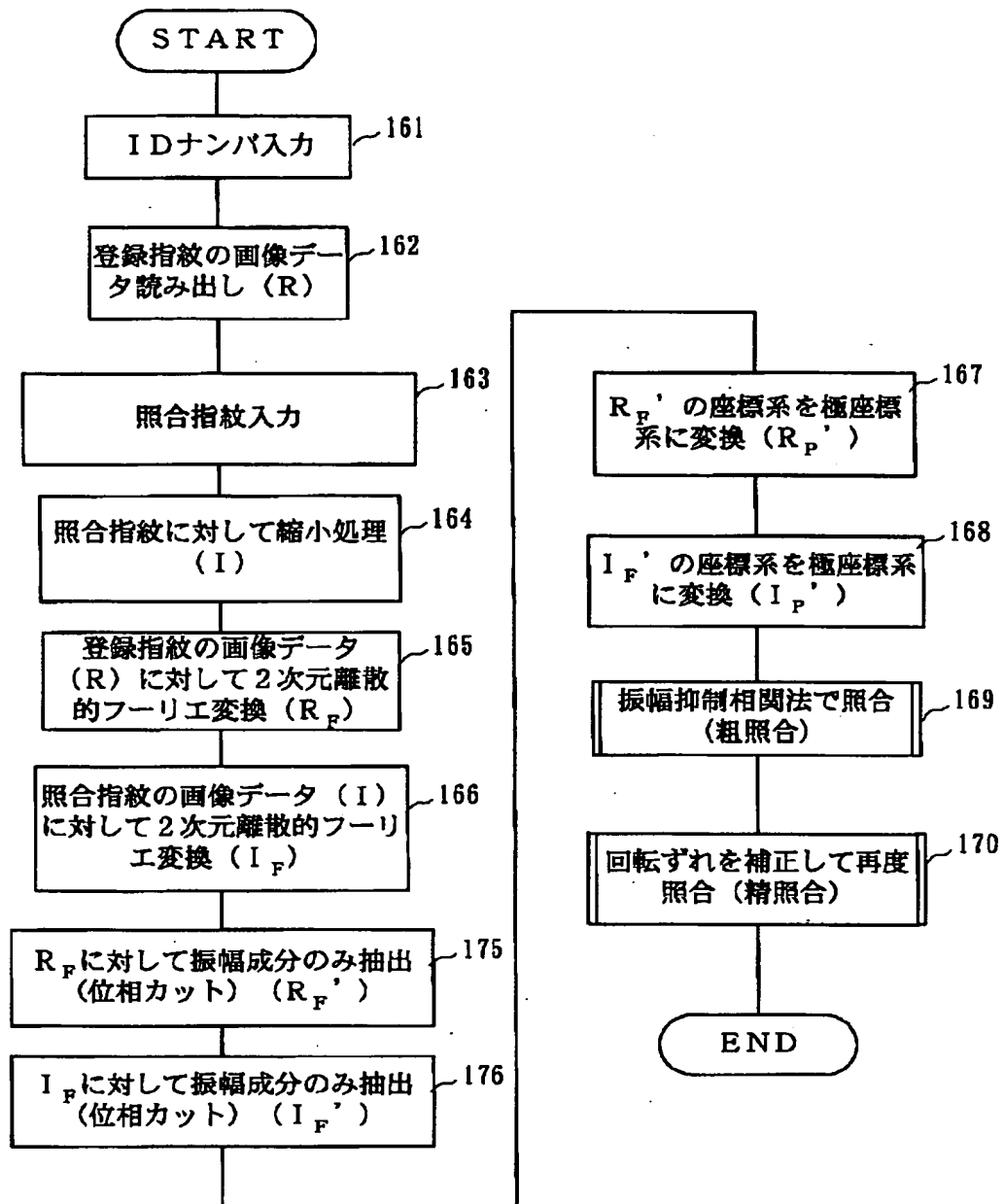


【図 2 6】

粗照合



【図 27】



【図28】

